

## DESAIN MODIFIKASI STRUKTUR METODE BETON PRACETAK SAMBUNGAN BASAH PADA GEDUNG AC POLITEKNIK NEGERI MALANG - MRK

Aditya Wicaksono<sup>1</sup>, Akhmad Suryadi<sup>2</sup>, Bobby Asukmajaya Raharjo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>[aditya.wicaksono.aditya@gmail.com](mailto:aditya.wicaksono.aditya@gmail.com), <sup>2</sup>[akhmadsuryadi1@gmail.com](mailto:akhmadsuryadi1@gmail.com), <sup>3</sup>[bobbyasukma@gmail.com](mailto:bobbyasukma@gmail.com)

### ABSTRAK

Proyek Gedung AC merupakan salah satu bagian pembangunan gedung baru di Politeknik Negeri Malang yang terletak di Jalan Soekarno Hatta No. 09 Kota Malang, dengan menggunakan metode beton konvensional. Perlu diketahui proyek Gedung AC berada pada wilayah berkategori desain seismik E dan merupakan klasifikasi bangunan rendah dengan tinggi 8 lantai, maka bangunan tersebut perlu direncanakan sesuai kaidah bangunan tahan gempa. Pada tugas akhir ini elemen struktur eksisting dimodifikasi menggunakan metode pracetak, penggunaan metode ini didasari dengan mempertimbangkan daripada segi mutu dan kemudahan pelaksanaannya. Desain modifikasi struktur dilakukan pada elemen sekunder meliputi : balok anak dan pelat, serta elemen primer : kolom dan balok induk. Dalam mendesain elemen struktur pracetak, berpedoman pada SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI-1727-2020 Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Rumah dan Gedung. Data yang digunakan meliputi detail drawing, dari data tersebut dilakukan perhitungan preliminary desain dimensi serta tebal elemen struktur. Selanjutnya, dilakukan perhitungan penulangan berdasarkan hasil gaya yang di dapat dari software Robot Structural Analysis Professional (RSAP) serta pendesainan sambungan. Perencanaan akhir berupa analisa dan perhitungan stuktur metode pracetak, metode pelaksanaan, RAB, gambar desain modifikasi struktur serta pendetailan penulangan. Adapun hasil modifikasi dari tugas akhir ini yaitu dimensi balok induk B-1 35/70, B1-A 40/70, B-2 30/60, B-2A 30/60, B-3 20/30, B-6 30/70, balok anak B-4A 25/50, B-4B 15/25, B-5 25/40 tebal pelat 140, dan dimensi kolom K1 lantai 1-3 90/90, lantai 4-6 70/70. Lantai 7-atap 50/50, K1-A lantai 1-3 100/100, lantai 4-6 80/80, lantai 7-atap 60/60, K2 lantai 1-3 40/40, lantai 4-6 35/35, lantai 7-atap 30/30, didapatkan hasil perhitungan RAB untuk harga satuan pekerjaan struktur metode beton konvensional adalah sebesar Rp. 24,685.859,143 dan metode beton pracetak sebesar Rp. 42.164.920,853, selisih harga keduanya adalah 25% lebih mahal untuk metode beton pracetak..

**Kata kunci** : Beton Konvensional, Beton Pracetak, Modifikasi Struktur, Sambungan

### ABSTRACT

*The AC Building Project is part of a new construction building at State Polytechnic of Malang located at Jalan Soekarno Hatta No.09 Malang, this construction uses conventional concrete methods. The AC building project is located in area which categorized as seismic design category E and classified as low building with 8 floors height, therefore the buildings must be planned according to earthquake-resistant building rules. In this final project, the existing structural elements are modified using the precast method, the use of this method is based on the consideration of quality and the ease of implementation. The design of structural modifications is carried out on secondary elements including sub-beams and slabs, as well as primary elements: columns and main beams. In designing precast structural elements, it is guided by SNI 2847:2019 about structural concrete requirements for buildings, SNI-1726-2019 about earthquake resistance planning procedures for building and non-building structures, and SNI-1727-2020 about procedure for calculation of loading for houses and buildings. The data used include detailed drawings and soil test data, from these data a preliminary design of dimensions and thickness of structural elements is carried out. Furthermore, doing the calculation of reinforcement based on the results of the force obtained from the software Robot Structural Analysis Professional (RSAP) and the design of the connection. Final planning is in the form of precast structural analysis and calculation method, implementation method, budget plan, design drawings of structural*

modifications, and reinforcement details. The modification results from this final project are the dimensions of the main beam B-1 35/70, B1-A 40/70, B-2 30/60, B-2A 30/60, B-3 20/30, B-6 30/70, subsidiary beams B-4A 25/50, B-4B 15/25, B-5 25/40, plate thickness 140, and column dimensions K1 floors 1-3 90/90, floors 4-6 70/70. Floors 7-roof 50/50, K1-A floors 1-3 100/100, floors 4-6 80/80, floors 7-roof 60/60, K2 floors 1-3 40/40, floors 4-6 35/35, floors 7-roof 30/30. The result of budget plan calculation for the unit price of the conventional concrete structure work are Rp. 24,685.859,143 and the precast concrete method is Rp. 42.164.920,853, the price gap between two budget plan is 25% more expensive for the precast concrete method.

**Keywords :** Conventional Concrete, Precast Concrete, Structural Modification, Connection

## 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan getaran yang timbul pada permukaan bumi oleh aktifitas pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang kemudian menimbulkan gelombang seismik. Indonesia secara geografis termasuk ke dalam wilayah rawan gempa bumi, kondisi ini mengharuskan konstruksi bangunan memenuhi kaidah bangunan tahan gempa, untuk menghindari keruntuhan apabila terjadi aktifitas seismik.

Sebuah struktur bangunan gedung dikatakan kuat apabila struktur tersebut mampu menahan beban gempa. Terdapat beberapa hal yang dapat diterapkan dalam struktur bangunan untuk dapat menahan beban gempa, selain sistem strukturnya diperhatikan pula pemilihan material konstruksinya. Adapun tipe material yang umum digunakan dalam konstruksi diantaranya adalah material kayu, baja maupun beton. Secara garis besar material beton adalah material yang paling banyak dimanfaatkan dalam berbagai jenis aktifitas konstruksi, sehingga hadirnya inovasi dalam produksi material beton yang dikenal dengan istilah beton pracetak, yang kini menjadi opsional dan alternatif baru selain beton konvensional. (Budiono, 2013).

Industri konstruksi dewasa ini dituntut untuk bisa bergerak lebih cepat dan seefisien mungkin. Maka diperlukan desain perancangan struktur dengan mengutamakan nilai ekonomis, kemudahan dan kepraktisan dalam pelaksanaan, cepat dan efisien dengan tanpa mereduksi keandalan antar komponen strukturnya. (Tjahjono and Purnomo, 2004).

Dalam proses konstruksi Gedung Kuliah Bersama Jurusan Akuntansi dan Administrasi Niaga (Gedung AC) Politeknik Negeri Malang, terdapat banyak sekali kendala dilapangan, antara lain : keterlambatan datangnya material besi akibat dampak pandemi yang menjadikan stock terbatas, sehingga pekerjaan terlambat hingga beberapa minggu dari rencana, terkendala oleh cuaca, ketidaktepatan seringkali menimbulkan kesalahan menentukan titik grid, hasil pengerjaan kurang rapi dan tidak presisi, untuk menanggulangi masalah-masalah yang terjadi, sebagai upaya meningkatkan efektifitas dan efisiensi dilapangan, dengan hasil yang lebih baik secara mutu, tingkat kepresisian

bangunan yang dihasilkan, kepraktisan dan kecepatan metode pengerjaan, maka penulis ingin melakukan desain modifikasi Gedung Kuliah Bersama Jurusan Akuntansi dan Administrasi Niaga (Gedung AC) Politeknik Negeri Malang menggunakan metode beton pracetak. Dengan demikian selaras dengan judul tugas akhir ini, penulis ingin melakukan “Desain Modifikasi Struktur Metode Beton Pracetak Sambungan Basah Pada Gedung AC Politeknik Negeri Malang”.

## 2. METODE

Struktur utama Gedung Kuliah Bersama Jurusan Akuntansi dan Administrasi Niaga (Gedung AC) Politeknik Negeri Malang akan dimodifikasi menggunakan metode beton pracetak dengan data bangunan yang direncanakan sebagai berikut:

1. Data Umum
  - Nama Bangunan Gedung : Gedung Kuliah Bersama Jurusan Akuntansi dan Administrasi Niaga (Gedung AC) Politeknik Negeri Malang.
  - Lokasi : Gedung Akuntansi Dan Administrasi Niaga, Gedung AC- Politeknik Negeri Malang - Jl. Soekarno Hatta 09 Malang 65144.
  - Fungsi Bangunan : Fasilitas Pendidikan, Gedung perkuliahan
  - Jumlah Lantai : 8 Lantai
  - Tinggi bangunan :  $\pm 46$  m
  - Total Luas Area :  $\pm 1556,6110$  m<sup>2</sup>
  - Struktur Utama Bangunan : Struktur beton pracetak
  - Atap : Beton Pracetak
2. Data Bahan
  - Kekuatan tekan beton ( $f_c'$ ): 30 MPa
  - Tegangan leleh baja ( $f_y$ ) : 420 MPa
  - Data Tanah : Data tanah didapatkan dari penyelidikan tanah yang dilakukan oleh : laboratorium Uji Tanah Jurusan Teknik Sipil - Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembebanan yang akan digunakan secara garis besar sebagai berikut.

1. Beban mati

Meliputi berat sendiri elemen struktur dan elemen nonstruktural. Beban sendiri elemen struktur akan didapat dari permodelan struktur pada program RSAP 2021. Sedangkan untuk beban elemen nonstruktural mengacu SNI 1727-2020.

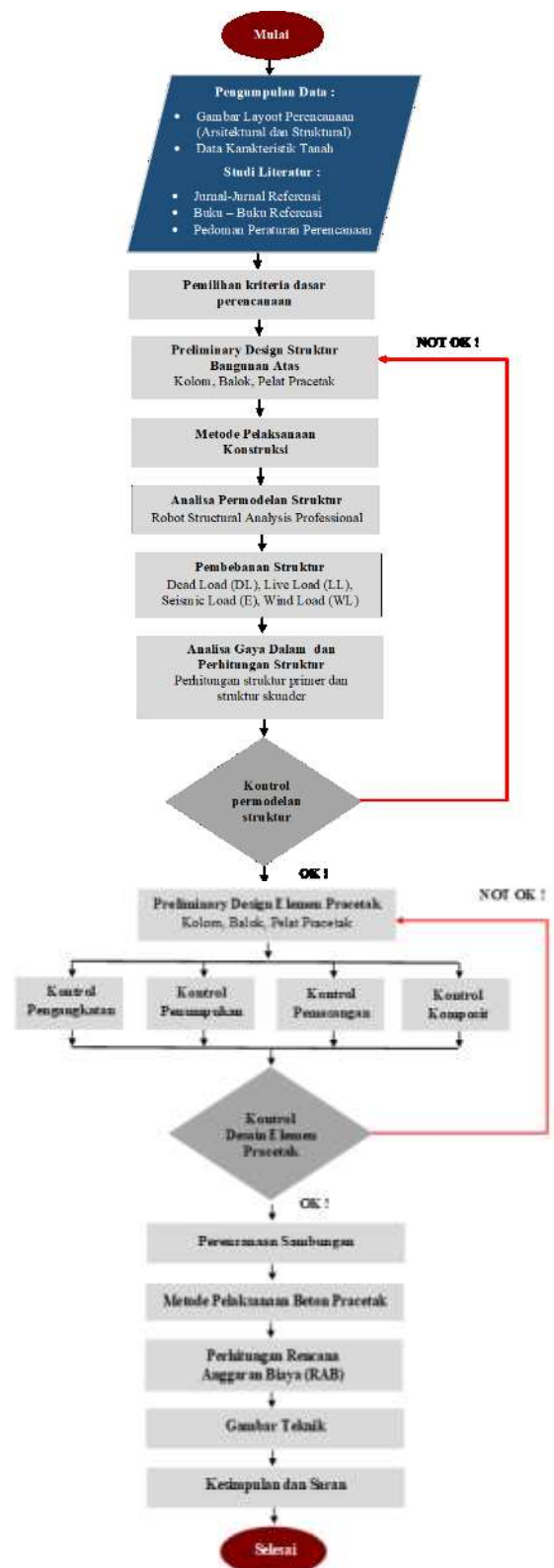
2. Beban hidup  
Besaran beban hidup mengacu SNI 1727-2020.
3. Beban gempa  
Beban gempa ditentukan dengan menggunakan analisis respons spektrum probabilistik sesuai dengan SNI 1726-2019.
4. Beban angin  
Parameter perhitungan beban angin yang ditentukan berdasarkan SNI 1727 – 2020 Pasal 27.2.1, parameter beban angin berikut harus ditentukan berdasarkan pada Pasal 26:

- Kecepatan angin dasar, V (Pasal 26.5)
- Faktor arah angin, Kd (Pasal 26.6)
- Kategori eksposur (Pasal 26.7)
- Faktor topografi = Kzt (Pasal 26.8)
- Faktor elevasi permukaan tanah, Ke; lihat Pasal 26.9
- Faktor efek hembusan angin (Pasal 26.11)
- Klasifikasi ketertutupan (Pasal 26.12)

Koefisien tekanan internal, (GCpi) (Pasal 26.13)  
SNI 1727-2020 Pasal 2.3.1 menentukan kombinasi beban sebagai berikut.

- o  $U = 1,4 D$
- o  $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- o  $U = 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R) + (Lr \text{ atau } 0,5W)$
- o  $U = 1,2 + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$
- o  $U = 1,2 + 1,0E + L + 0,2S$
- o  $U = 0,9 D \pm 1,0 W$
- o  $U = 0,9 D \pm 1,0 E$

Diagram alur Desain Modifikasi Struktur Metode Beton Pracetak Sambungan Basah Pada Gedung Ac Politeknik Negeri Malang pada **Gambar 1**.



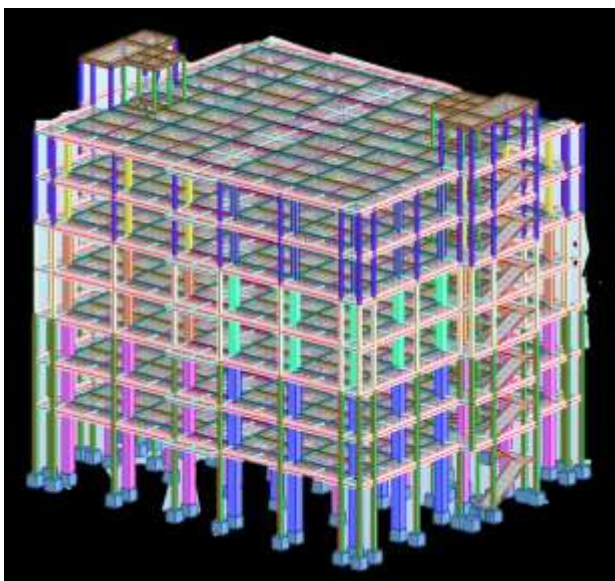
Gambar 1 Diagram Alur Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam mendesain elemen struktur pracetak, berpedoman pada SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI-1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI-1727-2020 Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Rumah dan Gedung.

Pembebanan yang diinputkan dalam program bantu RSAP 2021 (Robot Structural Analysis Professional) adalah sebagai berikut :

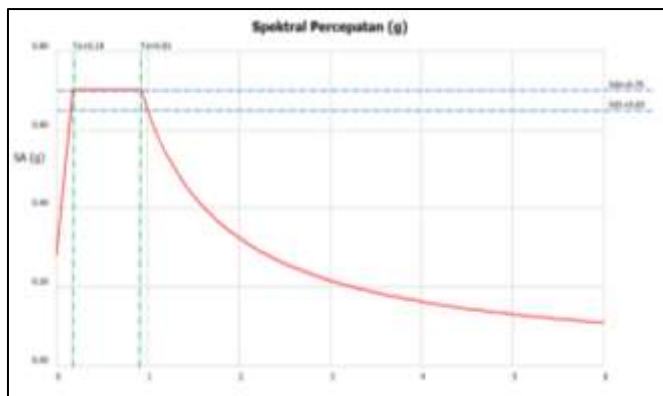
1. Beban mati  
Lantai = 375 kg/m<sup>2</sup>  
Balok = 1040 kg/m  
Kolom = 1152 kg
2. Beban hidup  
Lantai atap = 100 kg/m<sup>2</sup>  
Lantai 2-5 = 250 kg/m<sup>2</sup>



Gambar 2 Permodelan Struktur dengan Robot Structural Analysis Professional (RSAP) 2021

3. Beban gempa  
Penentuan percepatan respons spektrum menggunakan Sumber dan Bahaya Gempa 2020, didapatkan nilai  $S_S = 0.879925$  g dan  $S_1 = 0.410198$  g. Kategori risiko bangunan IV, faktor keutamaan gempa adalah 1.0. Lokasi bangunan berada di kondisi tanah lunak (SE), sehingga struktur tersebut masuk dalam KDS D. Penentuan parameter gempa rencana yaitu;  $R=8$ ,  $\Omega_0=3$  dan  $C_d = 5 \frac{1}{2}$ .

Berdasarkan parameter, didapatkan grafik respon spektrum Kota Malang pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Respon Spektrum Berdasarkan gaya geser dasar seismic, selanjutnya didistribusikan ke semua tingkat menjadi gaya gempa lateral ( $F_i$  x-y ) pada Tabel 1.

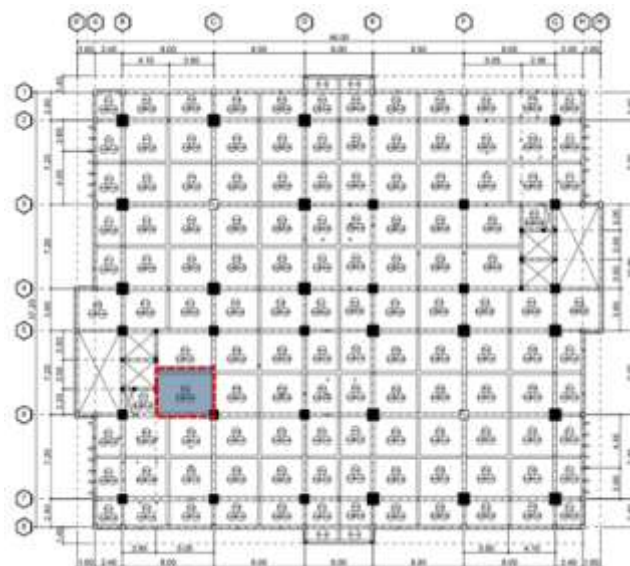
Tabel 1. Beban Gempa Lateral Tiap Lantai

Story	Total Wt	Hi (m)	Lateral $F_i$ x-y
1	7.063305	7.5	1.022.479.739
2	5222837	12.5	1.032.083.462
3	5222837	17.5	1.563.280.155
4	5050637	22.5	2.061.392.895
5	5050637	27.5	2.640.608.955
6	5050637	32.5	3.245.126.381
7	4918037	37.5	3.770.229.337
8	4918037	42.5	4.399.923.481
<b>Total</b>	<b>7.367028</b>		<b>7.560.553.634</b>

4. Beban Angin = 395,840 kg/m<sup>2</sup>

Pelat

Denah pelat lantai gedung AC Politeknik Negeri Malang ditunjukkan pada Gambar 4.



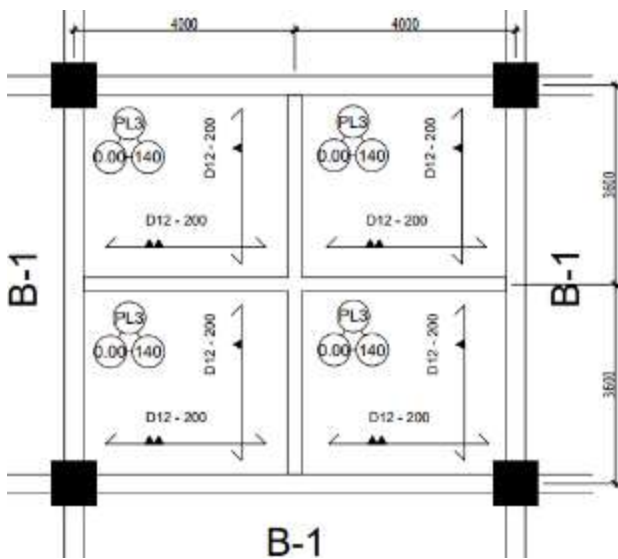
Gambar 4 Denah Pelat



Berikut dibawah ini merupakan tipe dan dimensi struktur elemen pelat beton pracetak :

- a. Jenis dan Dimensi Pelat
  1. Pelat Tipe PL 1: 240 cm x 360 cm
  2. Pelat Tipe PL 2: 240 cm x 240 cm
  3. Pelat Tipe PL 3: 360 cm x 400 cm
  4. Pelat Tipe PL 4: 300 cm x 360 cm
  5. Pelat Tipe PL 5: 240 cm x 300 cm
  6. Pelat Tipe PL 6: 360 cm x 500 cm
  7. Pelat Tipe PL 7: 200 cm x 220 cm
  8. Pelat Tipe PL 8: 240 cm x 400 cm
  9. Pelat Tipe PL 9: 140 cm x 300 cm

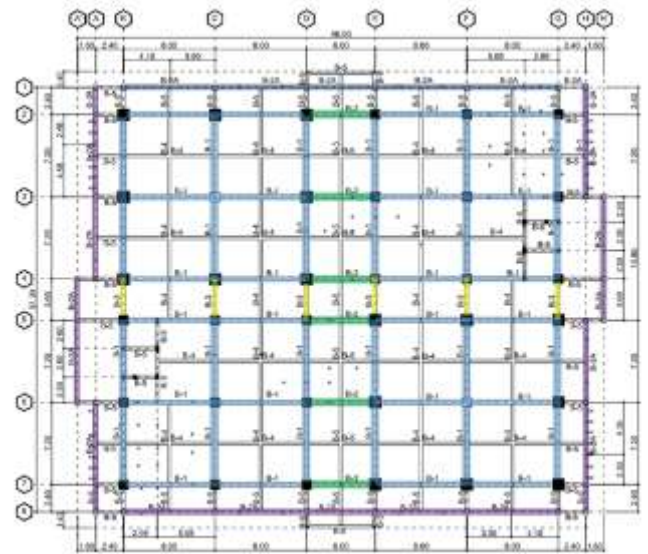
Dari analisis perhitungan diperoleh momen untuk perhitungan pelat dengan penulangan **D 12 – 200**  
 Dipasang tulangan stud (shear connector)  $\varnothing 6 - 250$  mm ( $A_v = 208,333\text{mm}^2$ )  
 Dipasang tulangan angkat  $\varnothing 8$  mm - 4 titik.  
 Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan denah penulangan pelat pada **Gambar 5**.



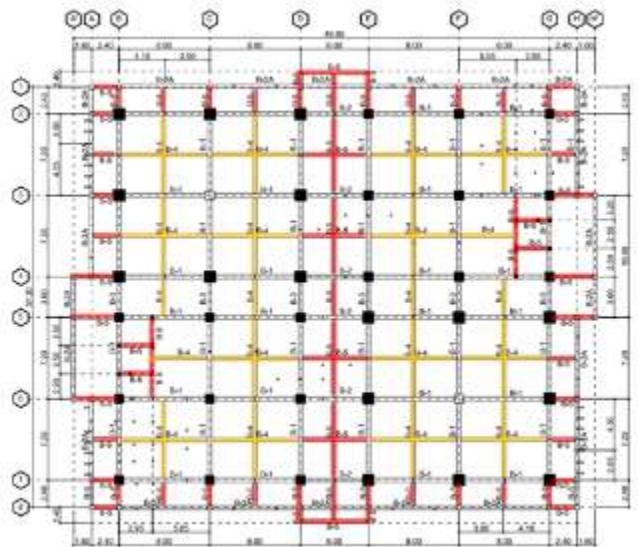
**Gambar 5** Denah Penulangan Pelat

**Balok**

Dalam perencanaan Gedung AC Politeknik Negeri Malang menggunakan metode pracetak digunakan elemen struktur balok induk dan balok anak.  
 Denah rencana balok induk gedung AC Politeknik Negeri Malang ditunjukkan pada **Gambar 6** dan Denah rencana balok anak gedung AC Politeknik Negeri Malang ditunjukkan pada **Gambar 7**



**Gambar 6** Denah Rencana Balok Induk



**Gambar 7** Denah Rencana Balok Anak

Berikut rekapitulasi dimensi balok pracetak ditunjukkan pada **Tabel 2**

**Tabel 2** Rekapitulasi Dimensi Balok Pracetak

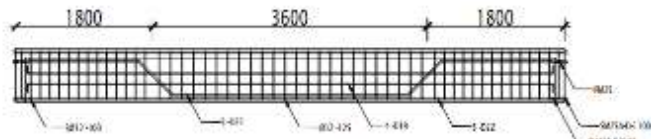
Tipe Balok	Bentang (m)	Balok Induk			
		Dimensi Balok (m)		Dimensi Balok (cm)	
		b	h	b	h
B-1	8	0.35	0.70	35	70
B-1A	8	0.40	0.70	40	70
B-2	6	0.30	0.60	30	60
B-2A	8	0.30	0.60	30	60
B-3	3.6	0.30	0.40	20	30
B-6	8	0.30	0.70	30	70
B-4	8	0.25	0.50	25	50
arah x					
B-4	4	0.15	0.25	15	25
arah y					
B-5	6	0.25	0.40	25	40

Dari analisis perhitungan RSAP 2021 diperoleh momen tumpuan, momen lapangan, dan gaya geser untuk perhitungan balok dengan rekapitulasi penulangan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3** Penulangan Balok

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah	Sengkang
Tumpuan	10 D 22	6D22	D10-200
Lapangan	6D – 22	10D22	D10-200

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan balok pada **Gambar 8**.



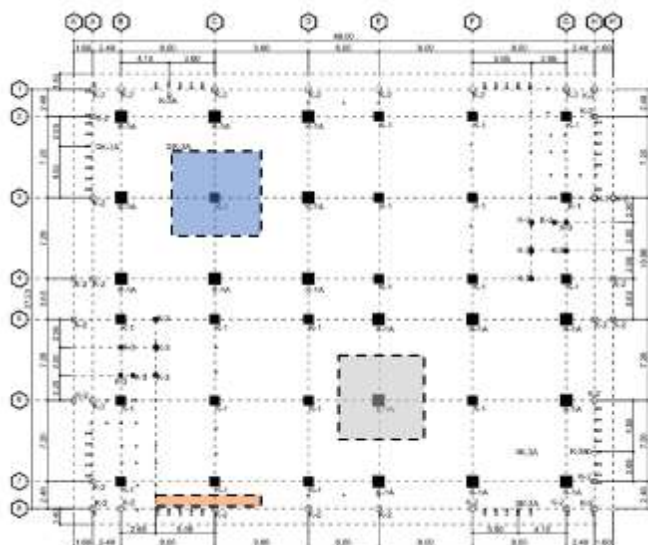
**Gambar 8** Detail Balok

TYPE BALOK	B-1			
	Posisi	Tumpuan kanan	Lapangan	Tumpuan kiri
Potongan				
Dimensi	35 X 70			
Tul. Atas	10 - D22	6 - D22	10 - D22	
Tul. Bawah	5 - D22	10 - D22	5 - D22	
Tul. Samping	4 - D16	4 - D16	4 - D16	
Sengkang	Ø12 - 100	Ø12 - 125	Ø12 - 100	

**Gambar 9** Potongan Balok

**Kolom**

Denah kolom pada gedung AC Politeknik Negeri Malang ditunjukkan pada **Gambar 10**.



**Gambar 10** Denah Rencana Kolom

**Tabel 3** Rekapitulasi Dimensi Kolom

Tipe Kolom	Lantai	Kolom			
		Dimensi Kolom (m)		Dimensi Kolom (cm)	
		b	h	b	h
Kolom K1	Atap	0.5	0.5	50	50
	8	0.5	0.5	50	50
	7	0.5	0.5	50	50
	6	0.7	0.70	70	70
	5	0.7	0.70	70	70
	4	0.7	0.70	70	70
	3	0.9	0.90	90	90
	2	0.9	0.90	90	90
	1	0.9	0.90	90	90
	Kolom K1-A	Atap	0.6	0.60	60
8		0.6	0.60	60	60
7		0.6	0.60	60	60
6		0.8	0.80	80	80
5		0.8	0.80	80	80
4		0.8	0.80	80	80
3		1.0	1.00	100	100
2		1.0	1.00	100	100
1		1.0	1.00	100	100
Kolom K2		Atap	0.3	0.3	30
	8	0.3	0.3	30	30
	7	0.3	0.3	30	30
	6	0.35	0.35	35	35
	5	0.35	0.35	35	35
	4	0.35	0.35	35	35
	3	0.4	0.4	40	40
	2	0.4	0.4	40	40
	1	0.4	0.4	40	40

**Momen Kapasitas Kolom**

Berikut merupakan gaya aksial kolom berdasarkan hasil analisa software Robot Structural Analysis Project 2021 dengan kombinasi beban 1,4 DL.

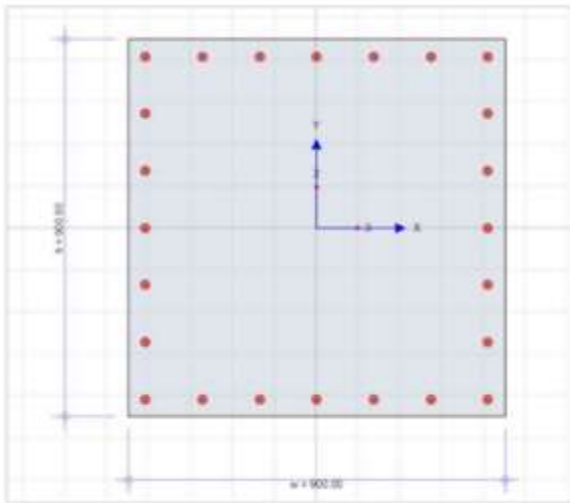
**GOVERNING LOAD**

Name	Combination 1	Combination 1
Axial Load, P <sub>u</sub>	2,306.27 (kN)	1,023.06 (kN)
Moment Top, M <sub>ux</sub>	715.34 (kN-m)	499.53 (kN-m)
Moment Bottom, M <sub>ux</sub>	1,736.31 (kN-m)	518.73 (kN-m)
Moment Top, M <sub>uy</sub>	781.82 (kN-m)	482.95 (kN-m)
Moment Bottom, M <sub>uy</sub>	172.88 (kN-m)	477.79 (kN-m)
Design Moment, M <sub>c,Design</sub>	1,736.31 (kN-m)	518.73 (kN-m)
Max Capacity Ratio	0.82	0.69

**Gambar11** Output Gaya Aksial Kolom Software RSAP 2021

Dari analisis perhitungan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) 2021 diperoleh momen, gaya aksial dan gaya geser untuk perhitungan kolom, Kemudian nilai tersebut diinputkan ke dalam software CsiCol, Untuk desain penulangan kolom.

Dipakai 24D22

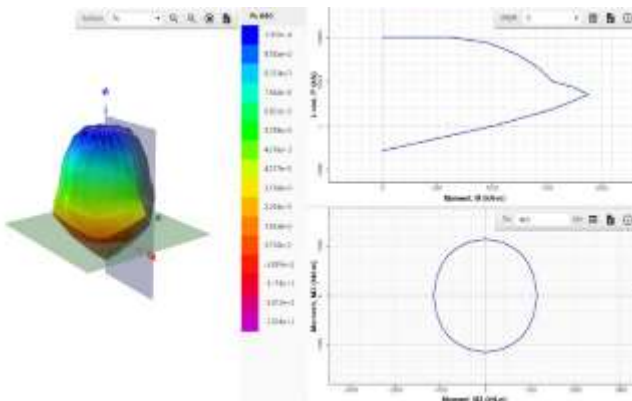


**Gambar 12** Desain Penulangan Kolom Software CsiCol

Beban-beda yang bekerja pada kolom yang dianalisis adalah sebagaimana dibawah ini :

- $P_u = 23062.7 \text{ kg}$
- $M_{ux} = 7153.4 \text{ kgm}$
- $M_{uy} = 17633.1 \text{ kgm}$

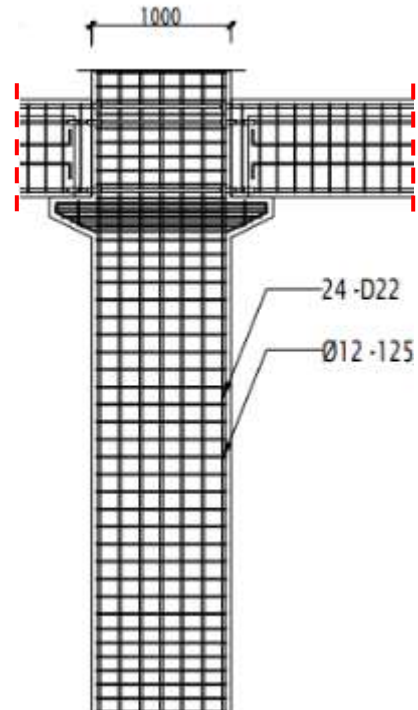
Diagram interaksi kolom dengan software CsiCol. Berikut merupakan hasil diagram interaksi kolom software Csi Col.



**Gambar 13** Diagram Interaksi Kolom Software Csi.Col

- Pemasangan tulangan transversal
- Daerah tumpuan 4D13 – 100
  - Daerah lapangan 4D13 – 150

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan didapatkan detail penulangan kolom pada **Gambar 13**.



**Gambar 14** Detail Kolom

TYPE KOLON	K-1A		
Posisi	ATAS	TENGAH	BAWAH
Potongan			
Dimensi	80 x 80 cm		
Tul. Utama	24 - D22		
Sengkang	Ø12 - 100	Ø12 - 125	Ø12 - 150
Creas Ties	Ø10 - 100		Ø10 - 100

**Gambar 15** Potongan Kolom

**Perencanaan Sambungan**

a. Perhitungan Konsol pada Kolom

$V_u$  yang digunakan adalah nilai  $V_e$  akibat Mpr balok pada perencanaan geser balok induk, yaitu: 452.846 kN  
 Dimensi Balok = 350/700

Dimensi konsol:

- $b_w = 350 \text{ mm}$
- $h = 300 \text{ mm}$
- $d = h - \text{sel. beton} = 300 - 40 = 260 \text{ mm}$
- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- $f_y = 420 \text{ Mpa}$
- $a_v = 3 \times 3.14/4 \times 122 = 339.12$

Dipakai tulangan 5D12 ( $A_s = 565.49 \text{ mm}^2$ ) yang dipasang sepanjang  $(2/3) d = (2/3)260 = 175 \text{ mm}$  (vertikal) dengan spasi  $175/5 = 25 \text{ mm}$ .

Maka dipasang D12 – 25 mm

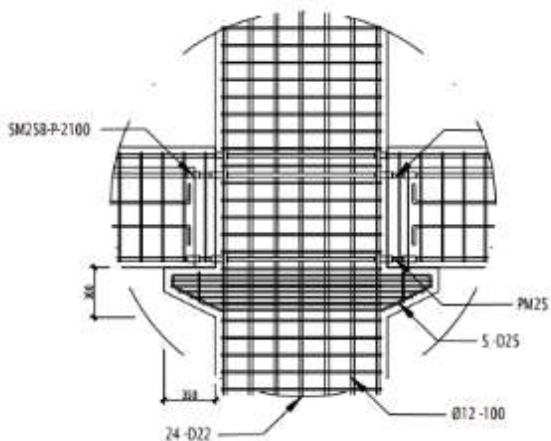
5 D 22 sebagai tulangan rangkanya.

Digunakan pelat landasan  $150 \times 200 \text{ mm}^2 = 30.000 \text{ mm}^2$

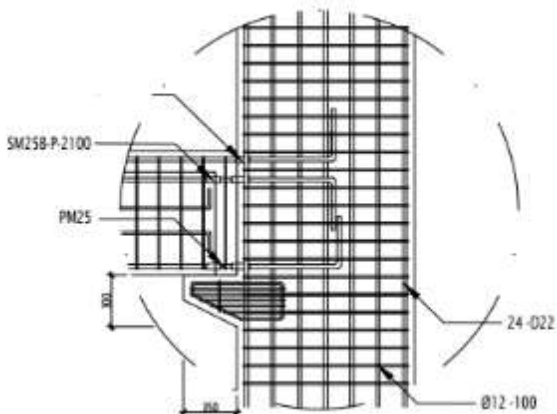


Panjang Penyaluran Sambungan Balok – Kolom

- Panjang Penyaluran Tulangan Deform dalam Tekan, Sambungan dipakai Modix Coupler SM 25A-D-1100 dan SM 25B-2100
- Panjang Penyaluran Tulangan Tarik, Sambungan dipakai Modix Coupler SM 25A-D-1100 dan SM 25B-2100



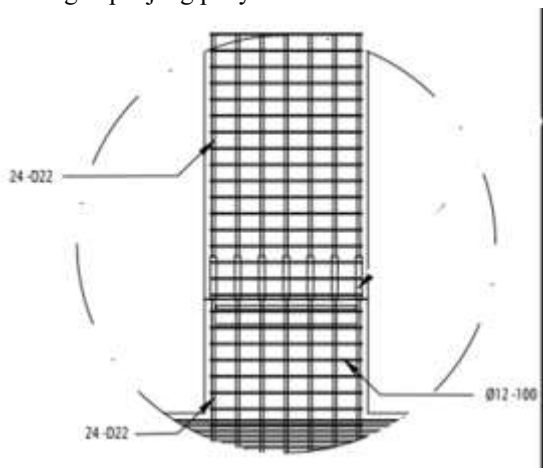
Gambar 16 Detail Sambungan Konsol Tengah



Gambar 17 Detail Sambungan Konsol Tepi

Panjang Penyaluran Sambungan Kolom– Kolom

- Kolom disambungkan menggunakan plice sleeve, dengan panjang penyaluran 40D



Gambar 18 Detail Sambungan Kolom-Kolom

Dimensi Balok Anak B-4 Arah Memanjang = 250/500

Dimensi konsol:

$b_w = 600 \text{ mm}$

$h = 250 \text{ mm}$

$d = h - \text{sel.beton} = 250 - 40 = 210 \text{ mm}$

$f_c' = 30 \text{ MPa}$

$f_y = 420 \text{ Mpa}$

$a_v = 0.25 \times 3.14 \times 122$

$= 100$

Dipakai Asc = 989.107 mm<sup>2</sup>

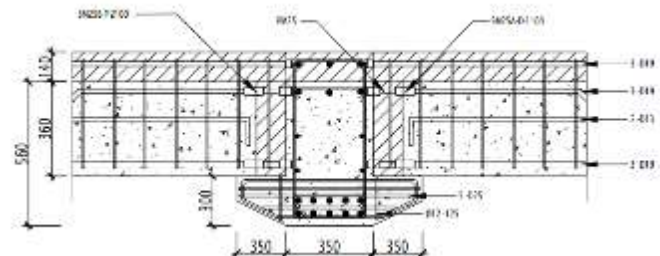
As Pasang = 5 D 16 ( As Pasang = 1005 mm<sup>2</sup> > Asc

Ah = 0.5 (As - An) = 0.5 ( 989.107 - 220.260) = 768.847 mm<sup>2</sup>

Dipakai tulangan 6- ø12 (As = 678.58 mm<sup>2</sup>) yang dipasang sepanjang (2/3)d = (2/3)210 = 140 mm (vertikal) dengan spasi 140/5 = 28 mm.

Maka dipasang D12 – 30 mm dan 5 D 16 sebagai tulangan rangkanya.

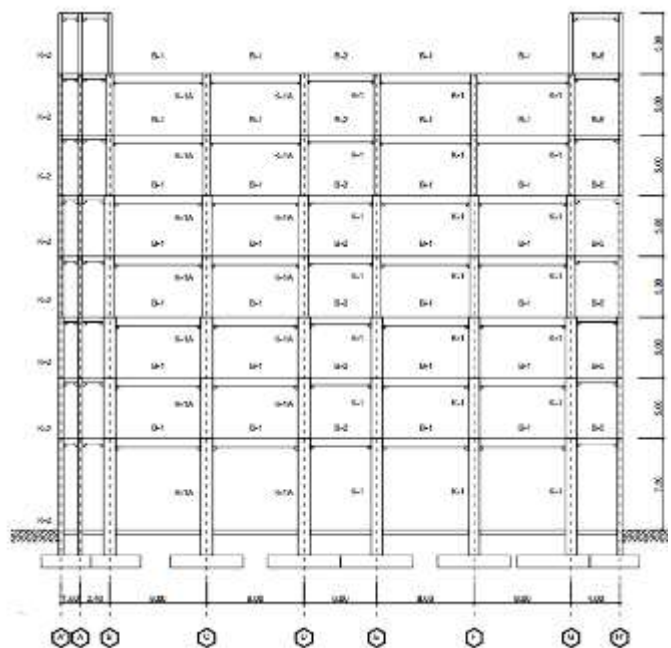
Digunakan pelat landasan 150 x 200 mm<sup>2</sup> = 30.000 mm<sup>2</sup>



Gambar 19 Detail Sambungan Balok Induk- Balok Anak

Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan untk pekerjaan Pembangunan Gedung AC Politeknik Negeri Malang, menggunakan metode pelaksanaan secara bottom up, yakni dimulai dari elevasi 0 meter hingga +46 m seperti pada Gambar 18

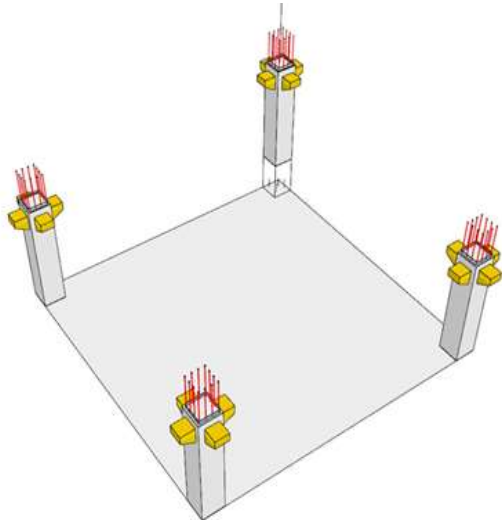


Gambar 20 Metode Bottom Up Gedung AC

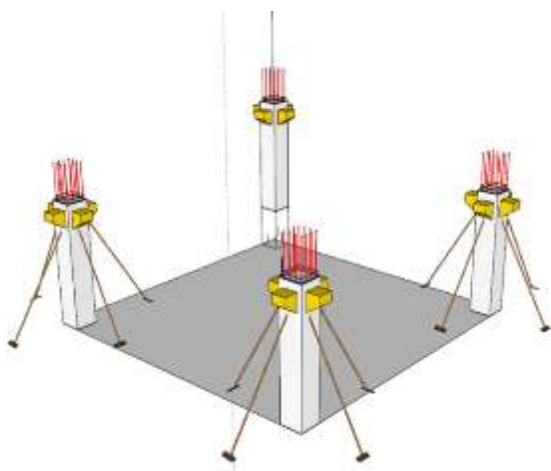


**a. Pekerjaan Pemasangan Elemen Kolom Beton Pracetak**

Dilakukan pengecekan elemen, melakukan setting as pada titik- titik kolom agar posisi perletakan elemen kolom pracetak dapat terpasang dengan baik dan presisi, pengangkatan dan perletakan elemen pada titik yang telah ditentukan, pemberian bracing, dan kemudian dilakukan grouting.



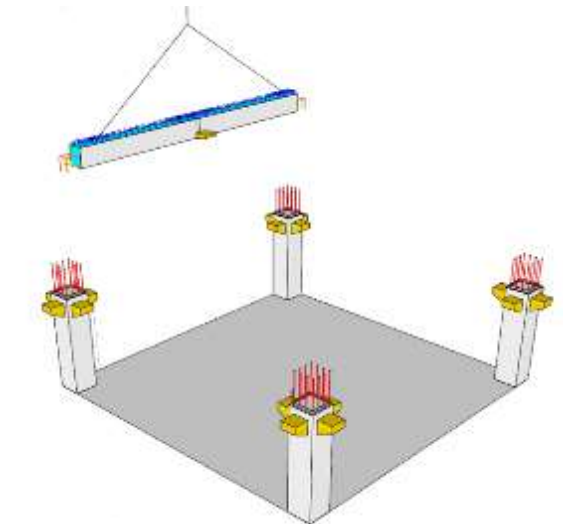
**Gambar 21** Pengangkatan dan Pemsangan Elemen Kolom Beton Pracetak



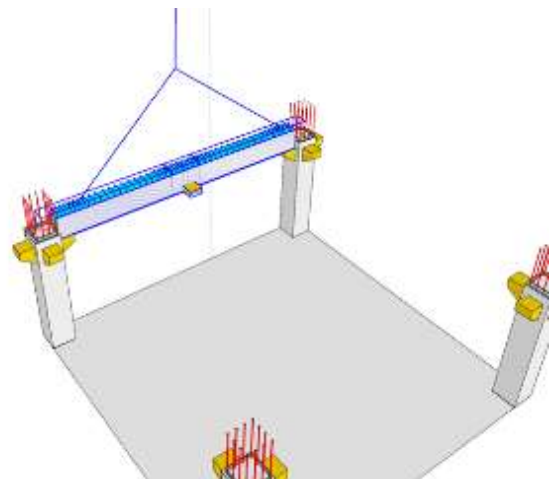
**Gambar 22** Pemberian Bracing Setelah Setting As dan Pengecekan

**b. Pekerjaan Pemasangan Elemen Balok Induk Beton Pracetak**

Dilakukan pengecekan elemen, dipastikan dalam penataan dan penumpukan balok induk telah sesuai dengan rencana pemasangan, dilaksanakan pengakatan elemen balok beton pracetak, selanjutnya dipasang klem atau sengkang joint, sebagai pengikat antar joint.



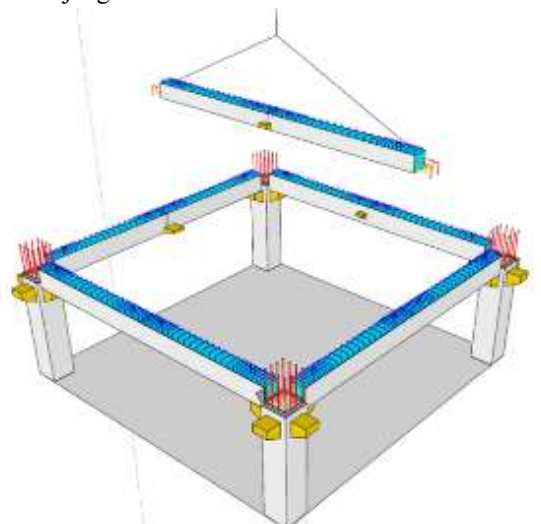
**Gambar 23** Proses Pengangkatan Elemen Balok Induk Beton Pracetak



**Gambar 24** Proses Pemasangan Balok Induk pada Tumpuan Konsol Pendek Kolom Beton Pracetak

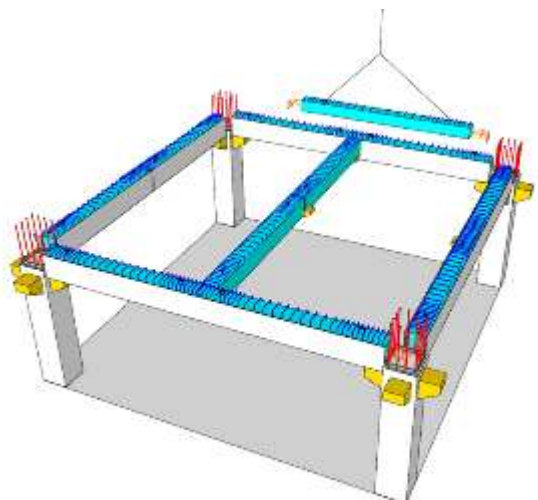
**c. Pekerjaan Pemasangan Elemen Balok Anak Beton Pracetak**

1. Pemasangan Balok Anak Beton Pracetak Arah Memanjang

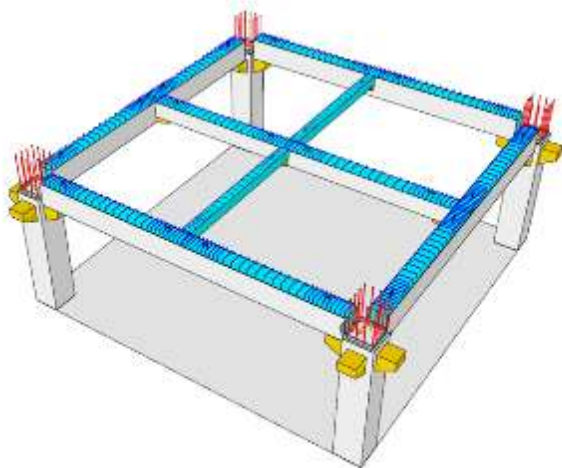


**Gambar 25** Proses Pemasangan Balok Anak Beton Pracetak Arah Memanjang

2. Pemasangan Balok Anak Beton Pracetak Arah Memendek



**Gambar 26** Proses Pemasangan Balok Anak Beton Pracetak Arah Memendek



**Gambar 27** Proses Pemasangan Balok Anak Beton Pracetak Arah Memendek Selesai

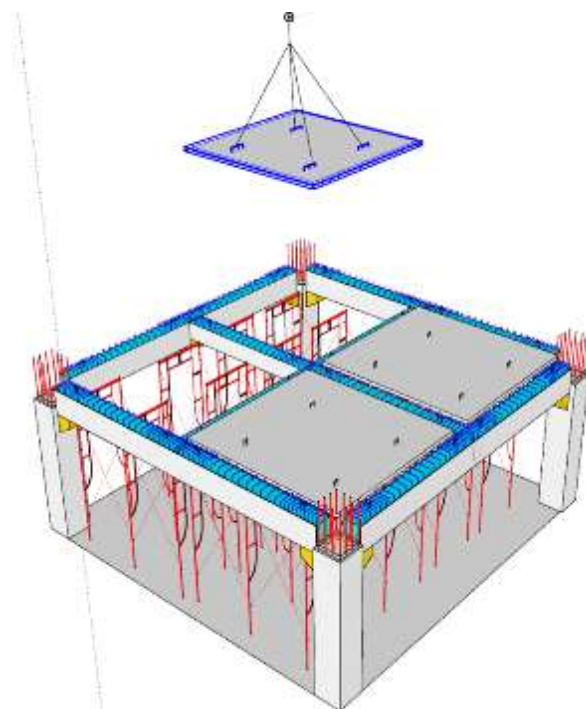
Catatan :

Secara filosofi struktur, untuk balok anak arah memendek menopang elemen balok anak arah memanjang, yang berarti reaksi daripada balok anak arah memanjang akan ditahan ditengah bentang balok anak arah memendek untuk besar reaksi momen dan lendutannya. Maka dari itu pada tengah bentang balok anak arah memendek harus dipasang tulangan sengkang tambahan untuk menahan geser akibat reaksi balok anak arah memanjang.

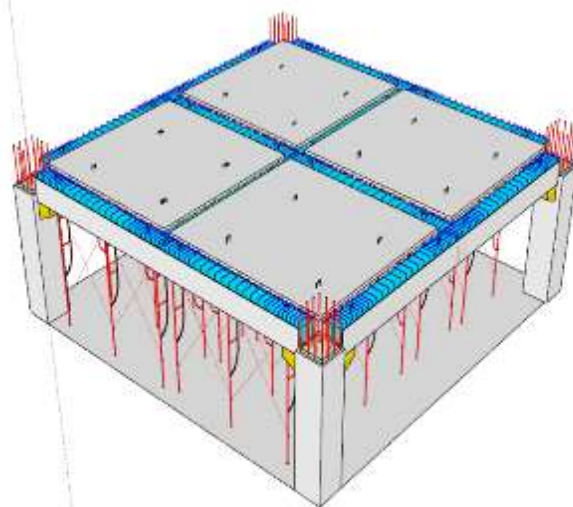
Pada metode pelaksanaan pemasangan elemen balok anak arah memanjang dan memendek, balok anak arah memanjang menopang elemen balok anak arah memendek dengan pertimbangan selisih bentang yang tidak terlalu signifikan hanya sebesar 80 cm. pada pelaksanaan digunakan elemen balok anak arah memanjang dengan bentang 800 cm sebagai penumpu balok anak arah memendek dengan Panjang bentang 720 cm, digunakan juga dimensi balok anak arah memanjang 25/50 cm lebih besar daripada dimensi balok anak arah memendek 15/25 cm.

d. Pekerjaan Pemasangan Elemen Pelat Lantai Beton Pracetak

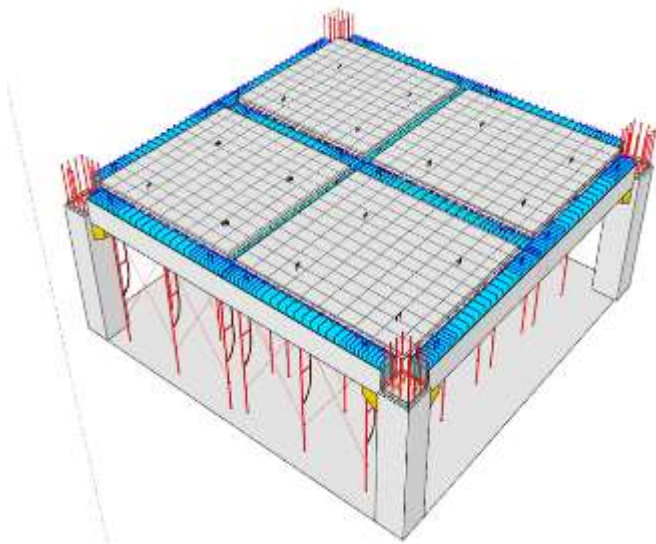
Sebagai tumpuan sementara sebelum pemasangan elemen pelat, juga dapat diberikan scaffolding sebagai penyangga sementara pelat beton pracetak, level scaffolding diatur sesuai ketinggian rencana slab, pengangkatan elemen pelat beton pracetak, proses pengangkatan elemen balok pracetak dilakukan pada titik-titik tulangan angkat yang telah direncanakan, kemudian dilanjutkan pekerjaan pembesian dan pengecoran overtoping.



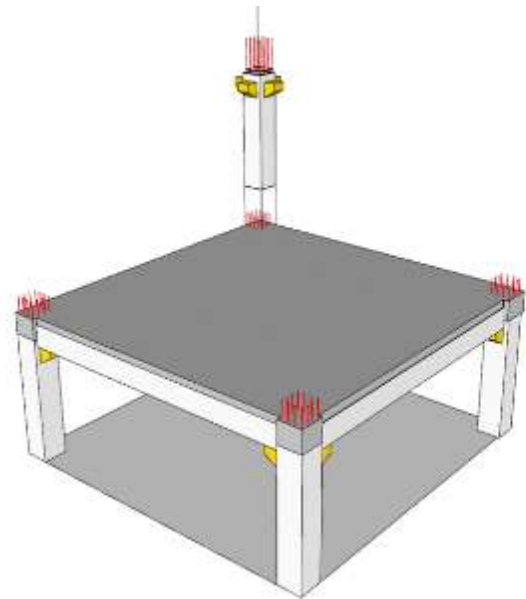
**Gambar 28** Proses Pemasangan Pelat Beton Pracetak



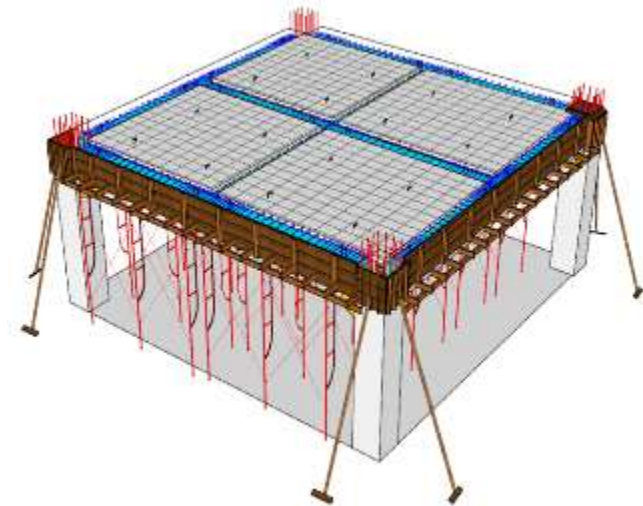
**Gambar 29** Proses Pemasangan Pelat Beton Pracetak Selesai



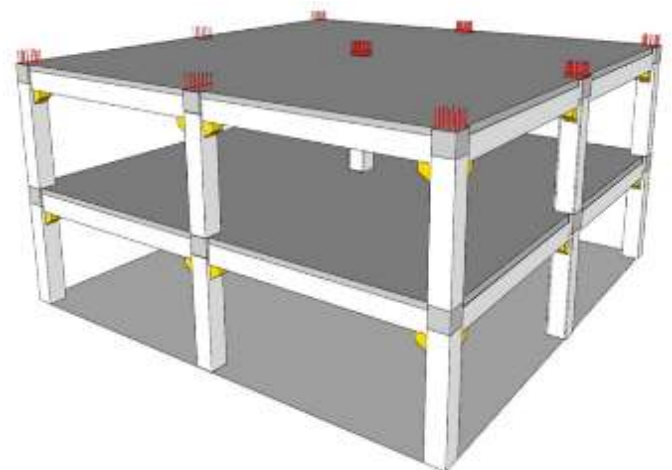
**Gambar 30** Proses Pemasangan Pelat Beton Pracetak Selesai



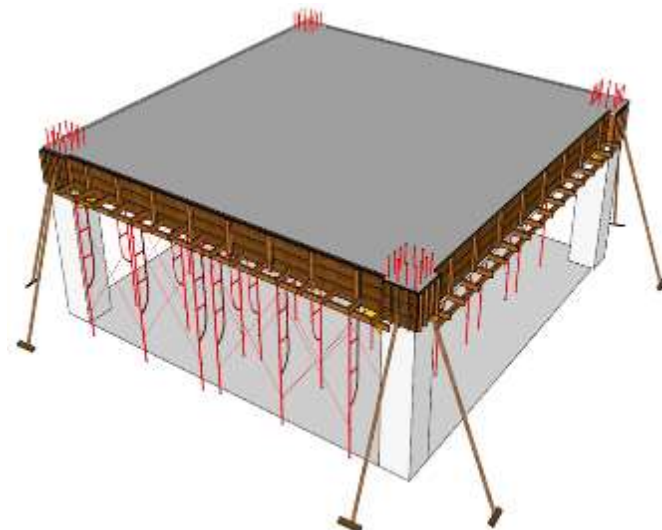
**Gambar 33** Pekerjaan Tipikal untuk Lantai Lanjutan Hingga ke Atap



**Gambar 31** Proses Pemasangan Beskisting Sebelum Pengecoran



**Gambar 34** Pekerjaan Tipikal untuk Lantai Lanjutan Hingga ke Atap Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Elemen Pracetak



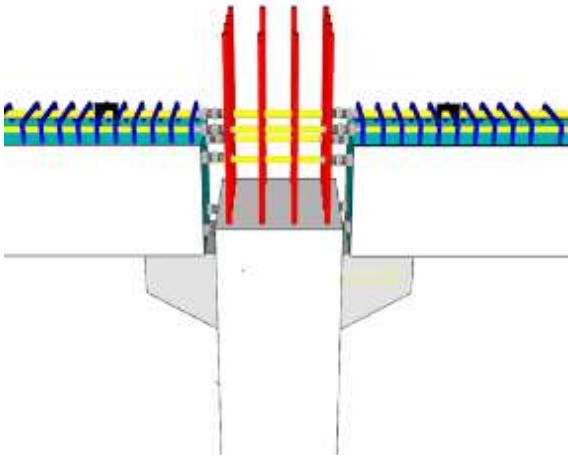
**Gambar 32** Proses Pengecoran Pelat Sambungan Basah

#### e. Pekerjaan Sambungan

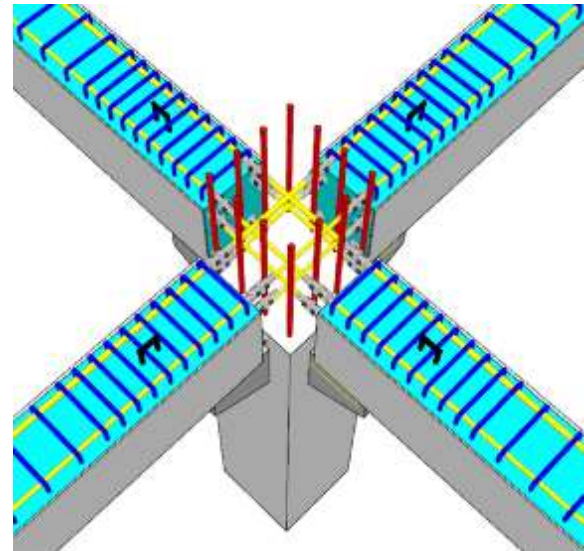
Hal-hal yang penting diperhatikan dalam metode pelaksanaan pekerjaan beton pracetak adalah sambungan, karena sifat sambungan elemen pracetak yang tidak semonolit sambungan beton konvensional penting diperhatikan kekuatan dan ketepatan dalam pelaksanaannya, diibawah ini merupakan detail pekerjaan sambungan pada metode pelaksanaan pekerjaan beton pracetak.

##### 1. Sambungan Balok Menerus Tepi

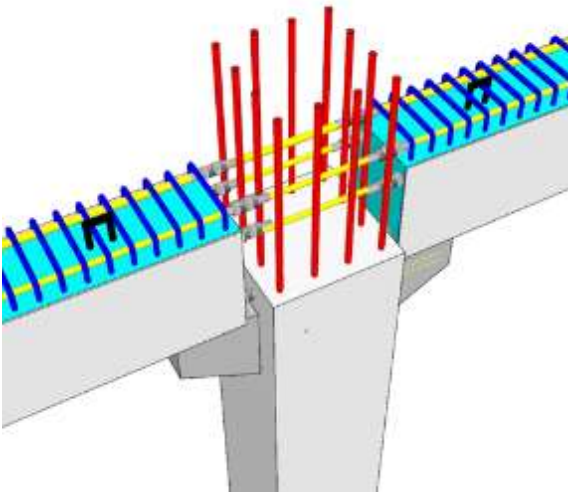




Gambar 35 Detail Sambungan Balok Menerus 1

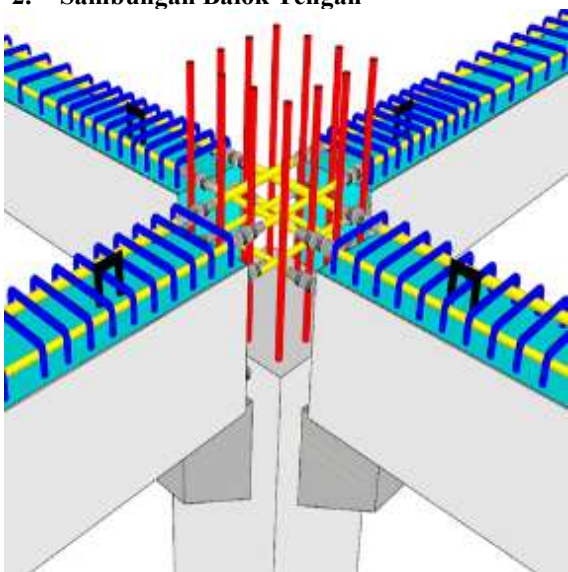


Gambar 38 Detail Sambungan Balok Tengah 2



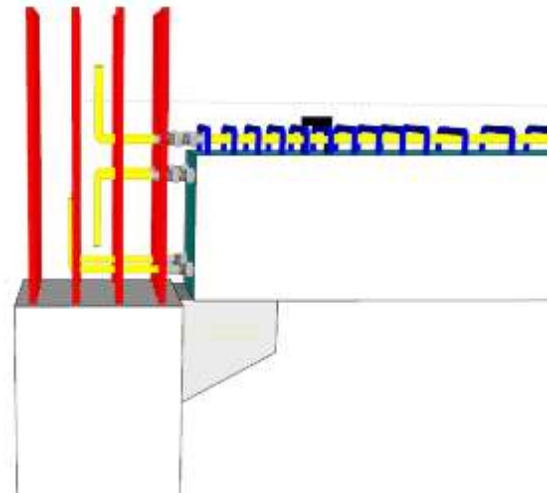
Gambar 36 Detail Sambungan Balok Menerus 2

## 2. Sambungan Balok Tengah

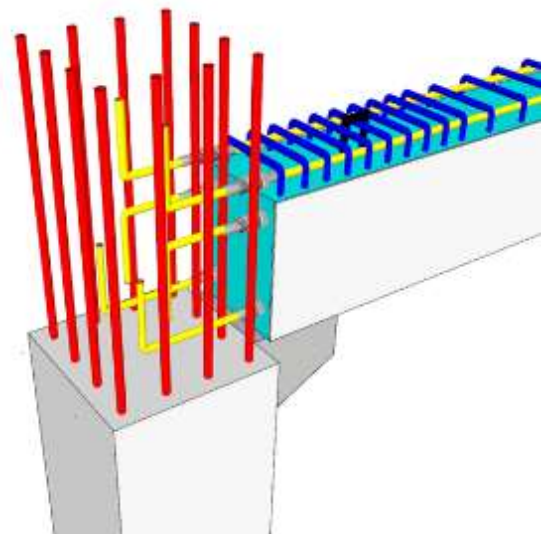


Gambar 37 Detail Sambungan Balok Tengah 1

## 3. Sambungan Balok Tepi



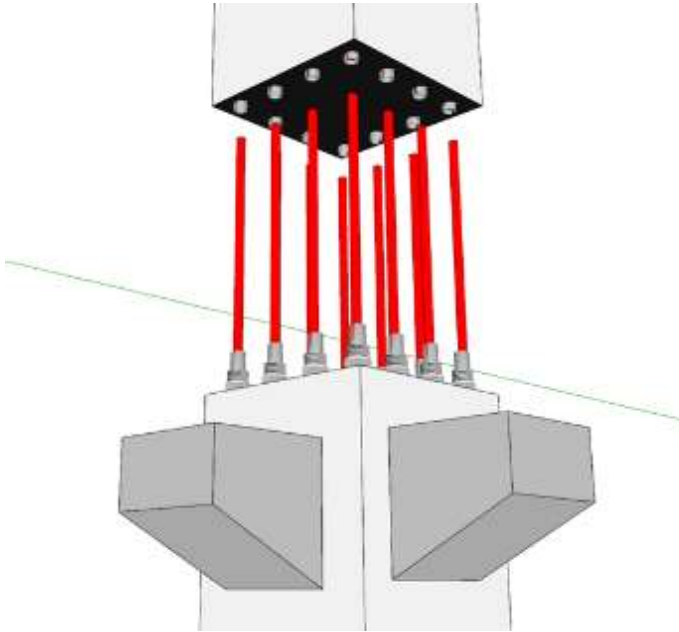
Gambar 39 Detail Sambungan Tepi 1



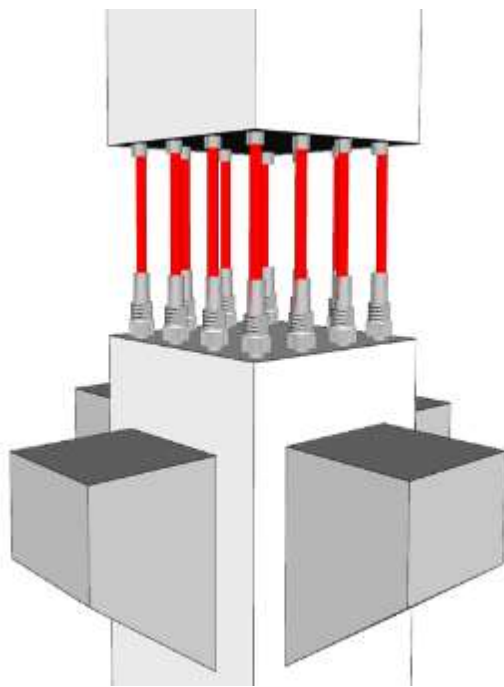
Gambar 40 Detail Sambungan Tepi 2



#### 4. Sambungan Kolom-Kolom



Gambar 41 Detail Sambungan Kolom-Kolom 1



Gambar 42 Detail Sambungan Kolom-Kolom 2

#### Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah hasil daripada perhitungan Harga Satuan Pekerjaan dikalikan dengan volume pekerjaan.

Untuk Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada tugas akhir ini, meliputi pekerjaan struktur saja meliputi elemen kolom pracetak, balok pracetak, serta pelat pracetak.

Dan output daripada perhitungan RAB adalah untuk mengetahui perbandingan harga antara Rencana Anggaran Biaya Struktur Beton Pracetak dengan Struktur Beton Konvensional.

Tabel 4 Perbandingan Harga Pekerjaan Struktur

Jenis elemen	Harga Pracetak	Harga Konvensional
Kolom	Rp11.720.745,584	Rp8.719.902,543
Balok	Rp17.010.503,654	Rp8.477.739,60
Pelat	Rp13.433.671,616	Rp7.488.217,0
Total	Rp42.164.920,853	Rp24,685.859,143

Section	Area (cm2)	Volume (m3)
KOLOM K1-A	11200000.00	280.00
KOLOM K1	12600000.00	283.50
KOLOM K2	8960000.00	89.60
BALOK B1	53625600.00	625.63
BALOK B2-A	18950400.00	189.50
BALOK B2	4536000.00	45.36
BALOK B3	1512000.00	9.07
BALOK ANAK B-4A	18972000.00	158.10
BALOK ANAK B5	16800000.00	112.00
BALOK ANAK B-4B	5644800.00	26.46
Total	157920800.00	1921.63

Gamabr 43 Output Kontrol Perhitungan Volume Pada Software RSAP 2021

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada desain modifikasi struktur yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir “DESAIN MODIFIKASI STRUKTUR METODE BETON PRACETAK SAMBUNGAN BASAH PADA GEDUNG AC POLITEKNIK NEGERI MALANG” maka dapat ditarik beberapa poin kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Berdasarkan modifikasi struktur menggunakan metode beton pracetak, diperoleh dimensi permodelan struktur baru yakni:
  - a. Dimensi Kolom :
    - Kolom Type K1, Kolom Lantai 1– 3 = 90/90 cm, Kolom lantai 4- 6 = 70/70 cm, Kolom lantai 7-8 = 50/50 cm.
    - Kolom Type K1-A, Kolom Lantai 1– 3= 100/100 cm, Kolom lantai 4- 6 = 80/80 cm, Kolom lantai 7-8= 60/60 cm.
    - Kolom Type K2 : Kolom Lantai 1– 3 = 40/40 cm, Kolom lantai 4- 6 = 35/35 cm, Kolom lantai 7-8 = 30/30 cm.
  - b. Dimensi Balok
    - Balok Induk B-1 = 35/70 cm, Balok Induk B-1A = 40/70 cm Balok Induk B-2 = 30/60 cm, Balok Induk B-2A = 30/60 cm, Balok Induk B-3 = 20/30 cm, Balok Induk B-6 = 30/70 cm.
    - Balok Anak B-4 Arah Memanjang = 25/50 cm, Balok Induk B-4 Arah Melintang = 15/25 cm, Balok Induk B-5 = 25/40 cm
  - c. Tebal Pelat Lantai

Tebal pelat lantai adalah 14 cm, tebal elemen pracetak 8 cm, tebal overtopping 6 cm.

2. Penyambungan setiap elemen struktur menggunakan tipe sambungan basah dan menggunakan konsol pendek sebagai tumpuan sambungan. Sambungan antar elemen pracetak, kolom-kolom, balok-kolom, balok induk-balok anak menggunakan produk sambungan mekanis Coupler Sleeve, konsep sambungan tipe ini adalah ditanam pada struktur pracetak, untuk kemudian dilakukan inject grouting.
3. Dalam Metode Pelaksanaan dibahas tentang pelaksanaan pekerjaan struktur beton pracetak, dimulai dengan pelaksanaan pekerjaan kolom, dilanjutkan dengan pekerjaan balok induk dan balok anak, pekerjaan half slab, dan pekerjaan pengecoran overtopping beton, serta detail pekerjaan sambungan.
4. Analisis perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) metode beton pracetak dan metode beton konvensional diperoleh nilai perbandingan bahwa, selisih harga daripada pengerjaan kedua jenis metode tersebut sekitar 25 %. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengerjaan pracetak lebih mahal di banding pengerjaan konvensional, akan tetapi secara pelaksanaan lebih cepat dan mutu bahan lebih terjamin.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standardisasi Nasional (2012). SNI 1726:2019 "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847:2019 "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727-2020 "Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Gedung". Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- [4] Ervianto, Wulfram I. "Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi Beton Pracetak & Bekisting". Edited by Fl. Sigit Suyantoro. 1st ed. Yogyakarta: C. V. ANDI OFFSET, 2006.
- [5] Elliott S. Kim. 2002. "Precast Concrete Structures". Precast/Prestressed Concrete Institute. 2004.
- [6] PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete Sixth Edition. Chicago: Precast/Prestressed Concrete Institute.
- [7] Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung. 1983. "Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983". Bandung. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [8] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2013. "Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Cipta Karya". Kementerian Pekerjaan Umum.