

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN TOWER 3 APARTEMEN NAYUMI SAMTOWER MALANG DENGAN SISTEM STRUKTUR PRECAST

Reza Dewa Brata¹, Warsito², Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: bratadewareza@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: warsito@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan sistem pracetak memungkinkan pekerjaan konstruksi bisa dilakukan dengan cepat dan efisien tanpa memerlukan banyak pekerja. Perencanaan Apartemen Nayumi Samtower Malang pada kondisi sebenarnya dirancang menggunakan metode konvensional (cor ditempat). Pemilihan metode pracetak didasari oleh kecepatan pelaksanaan, kontrol kualitas mutu yang tinggi, ramah lingkungan, serta pengurangan jumlah tenaga kerja. Perencanaan dengan komponen pracetak diaplikasikan pada seluruh komponen struktur primer dan sekunder kecuali struktur dinding geser. Metode penyambungan yang digunakan adalah produk dari Peikko Group menggunakan baut (bolted-connection) dan coupler. Analisis perhitungan sambungan berdasarkan kekuatan gaya aksial sambungan yang dibandingkan dengan kekuatan tulangan setelah leleh (1,25fy) dan panjang penyaluran yang sesuai dengan peraturan SNI 2847:2013. Program bantu perhitungan menggunakan program ETABS V.18 Hasil analisa struktur yang telah dilakukan pada Gedung Mercantile Tower akan dituangkan pada gambar teknik dengan program bantu AutoCad 2020. untuk perhitungan struktur bangunan Apartemen Nayumi Samtower Malang Dari hasil analisis digunakan pelat setebal 13 cm, balok anak 25x45 cm, balok induk 1 40x70 cm, balok induk 2 40x60 cm, kolom dibagi ke dalam tiga jenis setiap lima lantai, mulai dari ukuran 60x95 cm, 60x100 cm.

Kata Kunci : *Apartemen Nayumi Samtower malang, Precast, Bolted connection, ETABS.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada perkembangan pembangunan sekarang ini, beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan pada pembangunan dalam bidang teknik sipil, baik bangunan gedung, jembatan, bendung, maupun konstruksi yang lain (Ali Asroni, 2010). Dalam penerapannya terdapat dua metode yang umum digunakan pada konstruksi suatu bangunan struktur beton bertulang yaitu penggunaan beton dengan metode cor di tempat (beton konvensional) dan metode beton pracetak. Pada sistem beton konvensional, elemen struktur dicor langsung dilokasi dimana elemen tersebut akan diletakkan. Sedangkan pada sistem pracetak elemen struktur dicor terlebih dahulu di pabrik atau di tempat yang berbeda dengan tempat atau lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan kemudian dirakit hingga menjadi satu kesatuan dalam sebuah bangunan (Ervianto, 2006).

Dalam beberapa hal struktur beton pracetak berbeda persyaratan dan pelaksanaan komponen strukturalnya dibandingkan dengan beton konvensional. Perilaku sistem pracetak sangat ditentukan dengan cara penyambungan. Pada struktur beton konvensional, konsep perencanaan sistem sambungan adalah bahwa sambungan harus direncanakan lebih kuat dan kaku. Konsep tersebut cukup konservatif dan sulit dikembangkan pada sistem pracetak. Secara natural sambungan pada sistem pracetak tidak akan sekuat dan setegar sistem beton konvensional. Oleh karena itu masalah sambungan pada beton pracetak perlu perhatian ekstra, apalagi bila struktur berada di zona rawan gempa (Nurjaman dkk, 2010).

Gedung Apartemen Nayumi Samtower merupakan bangunan jenis hunian yang terdapat di jalan Soekarno Hatta, Kota Malang. Gedung Nayumi Samtower (Tower-3) mempunyai 20 lantai dengan beberapa tipe dimensi komponen gedung yang berbeda-beda. Rencana pembangunan apartemen Nayumi samtower memiliki 3 jenis tower yang masing-masing tower memiliki 20 lantai dan tower-2 memiliki 10 lantai. Apartemen tersebut saat ini masih dalam pengerjaan struktur bawah (pondasi)..Dari latar belakang yang diuraikan data dalam perencanaan tugas akhir ini penulis mengambil judul “Studi Alternatif Perencanaan apartemen Nayumi Samtower Malang dengan sistem struktur *Precast*”.

Rumusan masalah

Perumusan masalah secara umum dari perencanaan gedung apartement Nayumi samtower adalah bagaimana membangun sebuah struktur gedung apartemen dengan menggunakan metode pracetak (*precast*)

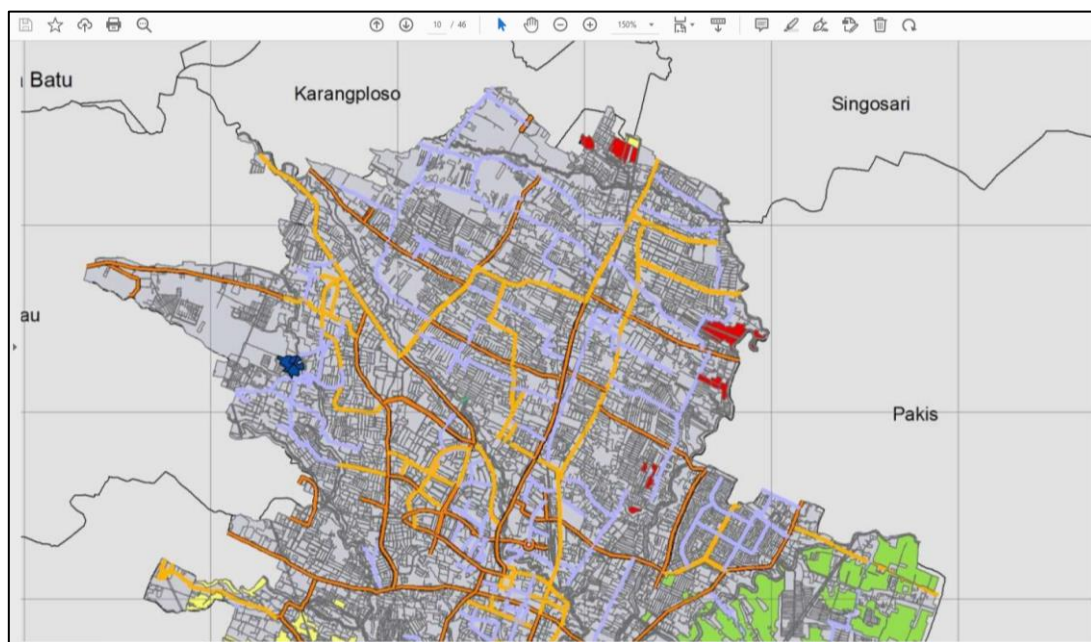
1. Berapa beban yang bekerja pada pelat lantai dan pelat atap dan berapa hasil penulangannya?
2. Berapa dimensi plat atap dan lantai ketika diganti dengan sistem pracetak?
3. Berapa beban yang bekerja dan berapa dimensi balok memanjang dan melintang dan berapa dimensi penulangannya?
4. Berapa beban yang bekerja dan dimensi dan penulangan dari kolom pracetak?

Tujuan dan Manfaat

1. Menentukan preliminary design, struktur primer dan struktur sekunder yang sesuai dengan hasil perencanaan ulang.
2. Menghitung pembebanan setelah perencanaan ulang struktur gedung Apartement Nayumi Samtower.
3. Melakukan Analisa Permodelan struktur Gedung Merchantile Tower dengan menggunakan Aplikasi Bantu *Etabs v.18*
4. Menentukan dimensi dari elemen beton pracetak monolit sehingga mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur Gedung Apartemen Nayumi Samtower.
5. Menentukan jenis-jenis sambungan dari Elemen-elemen pracetak yang monolit.
6. Membuat gambar teknik dari hasil perhitungan struktur Gedung Apartemen Nayumi Samtower menggunakan teknologi beton pracetak.

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan kontribusi pemikiran dalam menghitung serta merencanakan gedung dengan menggunakan struktur pracetak yang dapat dimanfaatkan sebagai referensi pendidikan khususnya di Universitas Islam Malang.
2. Hasil studi dapat dijadikan alternatif bagi pihak PT.Wika Gedung dalam merencanakan gedung selanjutnya.



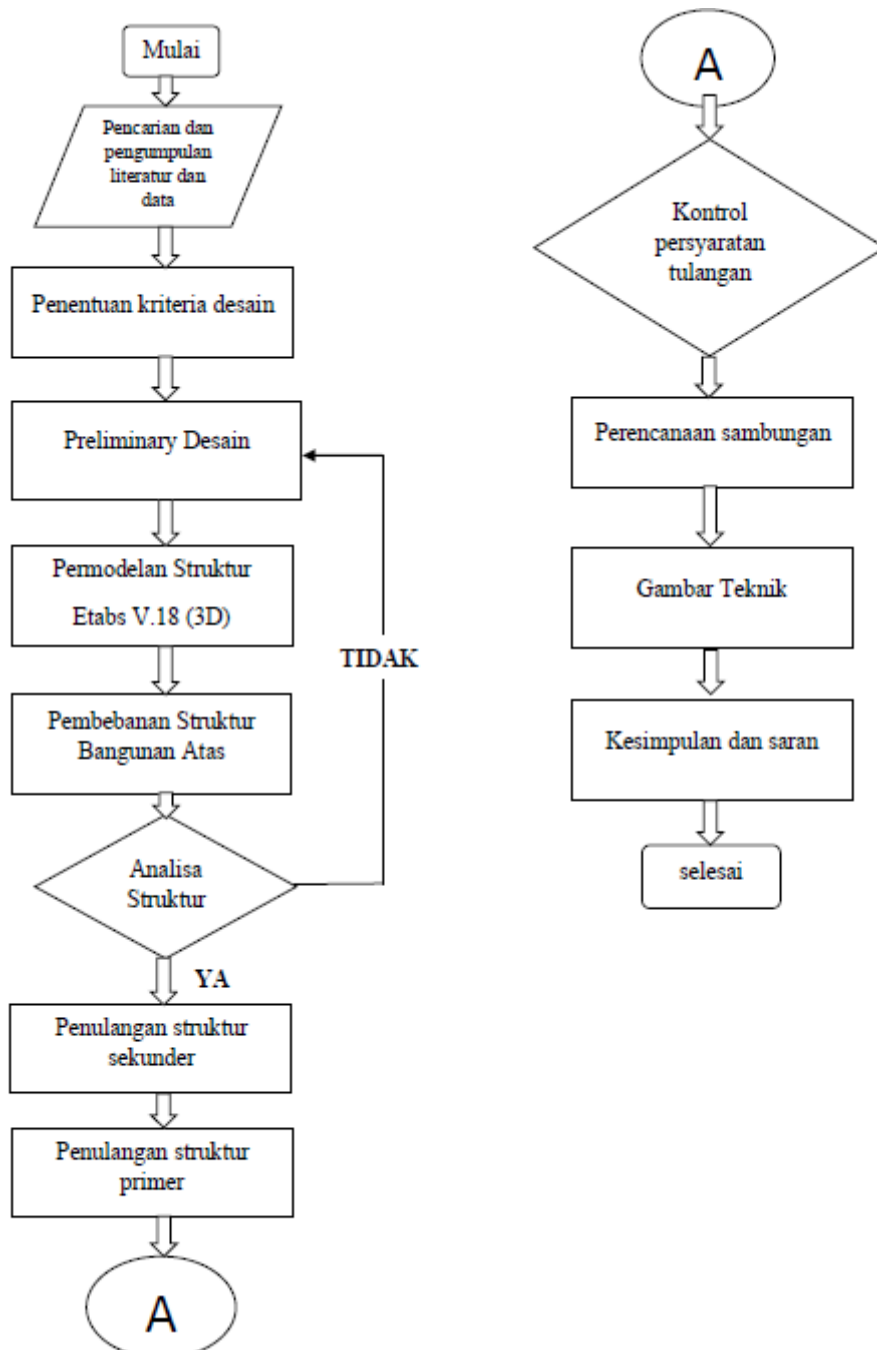
Gambar 1. Peta Administrasi Kota Malang
(Sumber: Peta Digital Kota Malang Qgis, 2020)

Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara meminta pada instansi terkait dan survey lapangan sehingga diperoleh data-data sebagai berikut:

- a. Data lokasi
Data lokasi pembangunan gedung Apartemen Nayumi Samtower Malang untuk menentukan wilayah resiko gempa bangunan rencana.
- b. Data teknis
Data gambar perencanaan yang menjadi acuan perhitungan konstruksi.
- c. Data tanah
Data yang diperoleh dari hasil penelitian tanah dilokasi perencanaan untuk menentukan jenis tanah dalam perencanaan gempa.

Bagan Alir



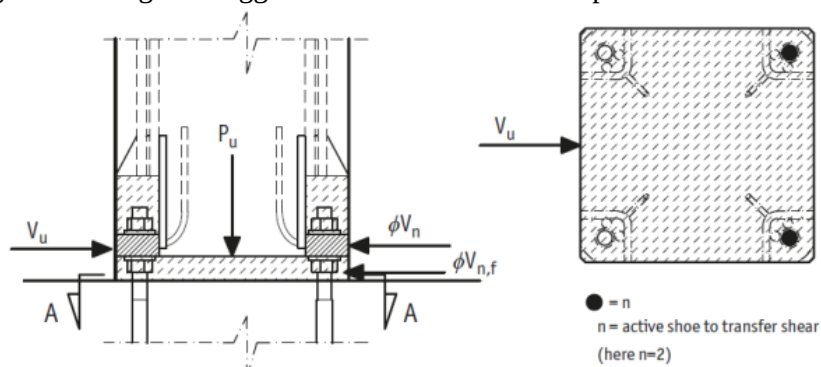
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

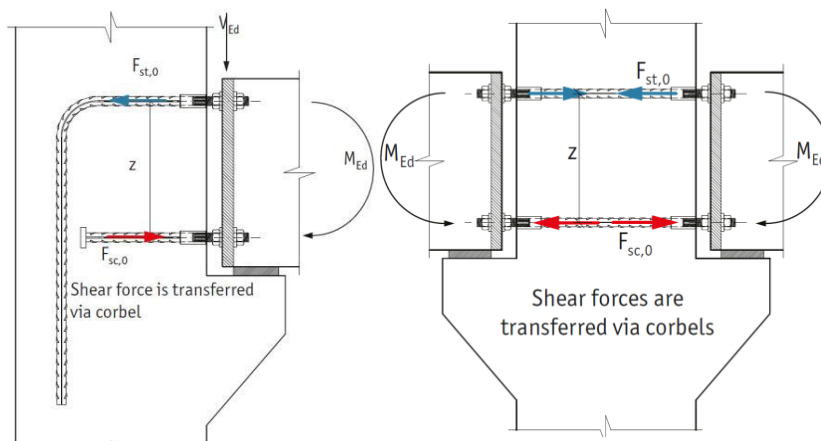
1. Lokasi bangunan : Kota Malang
2. Fungsi bangunan : Gedung Perhotelan / Apartemen
3. Jenis struktur : Struktur Pracetak
4. Jenis tanah : Tanah Sedang
5. Jumlah lantai : 20 Lantai & Lantai Atap
6. Lebar bangunan : 60 meter
7. Panjang bangunan : 44,25 meter
8. Tinggi bangunan : 61,2 meter
9. Mutu bahan
Tegangan hancur beton f_c' : 33,2 mPa (SNI 2847:2013)
Tegangan leleh tulangan f_y : BJTP-40 = mPa (SNI 03-1729-2002)
: BJTD-25 = 250 mPa (SNI 03-1729-2002)

Perencanaan Konsep Sambungan

Sambungan antar elemen beton pracetak tersebut harus mempunyai cukup kekuatan, kekakuan dan dapat memberikan kebutuhan daktilitas yang disyaratkan. Baik sambungan cor setempat maupun sambungan grouting sudah banyak dipergunakan sebagai salah satu pemecahan masalah dalam mendesain konstruksi pracetak yang setara dengan konstruksi cor setempat (cast in situ). Konsep desain sambungan pada perencanaan Mercantile Tower ini adalah dengan menggunakan produk dari Peikko Group. Sambungan direncanakan dengan menggunakan Anchor Bolt produk dari Peikko untuk menyalurkan tulangan antar elemen pracetak. Penyambungan digunakan dengan menggunakan sistem baut dan coupler.



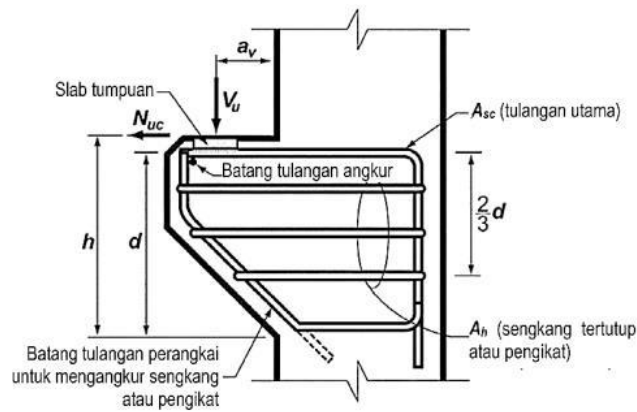
Gambar 1. Penyaluran Gaya Pada Sambungan Kolom



Gambar 4.41 Penyaluran Gaya Pada Sambungan Balok – Kolom

Perencanaan Konsol pendek pada Kolom

Pada perencanaan sambungan antara balok induk dan kolom dipergunakan sambungan dengan menggunakan konsol pendek. Balok induk diletakkan pada konsol yang berada pada kolom yang kemudian dirangkai menjadi satu kesatuan. Perencanaan konsol pada kolom tersebut mengikuti persyaratan yang diatur dalam SNI 2847:2013 Pasal 11.8 mengenai konsol pendek. Bentuk konsol pendek yang dipakai dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2 Geometrik konsol pendek

ET Element Joint Forces - Frame										
File Edit Format-Filter-Sort Select Options										
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Element Joint Forces - Frame										
Filter: ([Output Case] = 'KOMBINASI 3') AND ([Case Type] = 'Combination')										
	Unique Name	Frame Element	Joint	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	F1 kN	F2 kN	F3 kN
	613	613-1	440	KOMBINASI 3	Combination			-8.488	321.0938	199.9602
	613	613-1	~1693	KOMBINASI 3	Combination			7.6193	-321.3375	-188.0844
	613	613-2	~1693	KOMBINASI 3	Combination			-4.2424	232.7474	156.8484
	613	613-2	~1688	KOMBINASI 3	Combination			3.3736	-232.9911	-137.0553
	613	613-3	~1688	KOMBINASI 3	Combination			-3.0172	180.3556	87.8798
	613	613-3	446	KOMBINASI 3	Combination			2.1484	-180.5994	-68.0868
	613	613-4	446	KOMBINASI 3	Combination			-0.9304	156.167	-10.7545
	613	613-4	~1681	KOMBINASI 3	Combination			0.0616	-156.4108	30.5475
	613	613-5	~1681	KOMBINASI 3	Combination			-2.4823	157.4936	-79.8152
	613	613-5	~1686	KOMBINASI 3	Combination			1.6136	-157.7374	99.6082
	613	613-6	~1686	KOMBINASI 3	Combination			15.5925	184.8493	-130.113
	613	613-6	174	KOMBINASI 3	Combination			-16.4612	-185.0931	141.9888
	603	603-1	174	KOMBINASI 3	Combination			-11.8322	167.2553	130.3601
	603	603-1	~1667	KOMBINASI 3	Combination			10.9635	-167.4991	-118.4843

Gambar 3. Output Gaya Aksial Vu

Konsol pada Kolom – Balok 40/70

1. Data perencanaan

$$\begin{aligned}
 V_u &= 321,093 \\
 N_{uc} &= 199,960 \\
 f_c' &= 35 \\
 f_y &= 400 \\
 d' &= 50 \\
 \emptyset_s &= 16 \text{ (As = 380.13 mm}^2\text{)} \\
 \emptyset_h &= 13 \text{ (As = 132,73)} \\
 \text{Lebar konsol} &= 400 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi konsol} &= 300 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi tepi konsol} &= \frac{1}{2} h = \frac{1}{2} \times 300 = 150 \text{ mm} \\
 d &= h - d' - 0.5 \emptyset_s \\
 &= 300 - 50 - 0.5 \times 16 = 242
 \end{aligned}$$

2. luas pelat landasan

$$\begin{aligned}
 V_u &= \emptyset \times (0.85) \times f_c \times A_l \\
 A_l &= \frac{321,093 \times 10^3}{0.85 \times 35 \times 0.75} = 14390.72
 \end{aligned}$$

Maka, dipakai pelat landasan $400 \times 300 = 120000 \text{ mm}^2$ digunakan pelat (tebal 15mm)

3. menentukan luas tulangan geser friksi

Sesuai dengan SNI 2847:2013 Pasal 11.8.3.2 (a), untuk beton normal, kuat geser V_n tidak boleh diambil lebih besar daripada :

$$V_n = \frac{V_u}{\Phi} = \frac{321,093}{0.75} = 428,124 \text{ kN} \rightarrow 428124 \text{ N}$$

$$0,2 \times f_c' \times b_w \times d = 0,2 \times 35 \times 400 \times 242 = 677600 \text{ N} < V_n \dots \text{OK}$$

$$11 \times b_w \times d = 11 \times 400 \times 242 = 1064800 < V_n \dots \text{OK}$$

$$A_{vf} = \frac{V_n}{F_y \times \mu}$$

$$A_{vf} = \frac{428124}{400 \times 1,4} = 1498,434 \text{ mm}^2$$

4. Luas tulangan lentur

Digunakan perletakan sendi-rol dalam perencanaan konsol pendek yang mengijinkan adanya deformasi lateral ataupun horizontal, maka gaya horizontal akibat susur jangka pajang dan deformasi rangka balok tidak boleh terjadi. Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.4 akan digunakan Nuc minimum.

$$\begin{aligned} M_u &= V_{ua} \times a + N_{uc} (h-d) \\ &= (321093 \times 100) + (199960 \times (300 - 242)) \\ &= 43706980 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$A_{vf1} = \frac{M_u}{0,85 \times \Phi \times F_y \times d}$$

$$A_{vf1} = \frac{43706980}{0,85 \times 0,75 \times 400 \times 242} = 708.264 \text{ mm}^2$$

$$A_{vf2} = \frac{V_n}{\mu \times f_y}$$

$$A_{vf2} = \frac{428124}{1,4 \times 400} = 764.507 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai $A_{vf} = 764,507 \text{ mm}^2$

Tulangan pokok A_s :

$$A_n = \frac{N_{uc}}{\Phi \times f_y} = \frac{199,96}{0,75 \times 400} = 666,533 \text{ mm}^2$$

5. Pemilihan tulangan

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.5

$$A_{sc} = A_{vf} + A_n = 764,507 + 666,533 = 1431,040 \text{ mm}^2$$

$$A_{sc} = \left(\frac{2 \times A_{vf}}{3} + A_n \right)$$

$$= \left(\frac{2 \times 764,507}{3} + 666,533 \right) = 1176,205$$

$A_s + 1431,040$ menentukan.

Sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal 11.8.3.4

$$\begin{aligned} A_h &= 0,5 (A_s - A_n) \\ &= 0,5 (1431,040 - 666,533) \\ &= 382,254 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan A_s 8D16 ($A_s = 1608,5 \text{ mm}^2$)

Dipakai tulangan A_h 3D13 ($A_h = 132,73 \text{ mm}^2$)

Dipasang sepanjang $(2/3)d = 161,33$ (Vertikal)

Dengan spasi $100/2 = 50 \text{ mm}$.

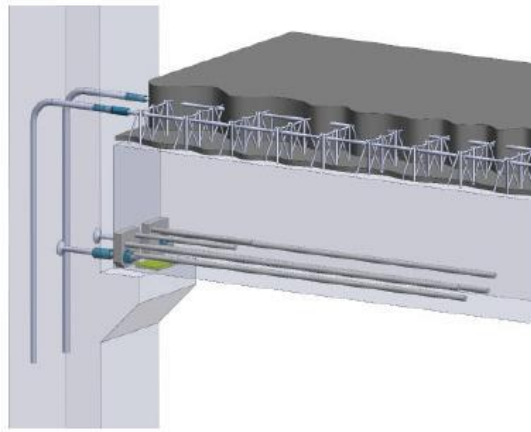
Rekap konsol pendek

Konsol pendek digunakan pada sambungan balok induk ke kolom, selain itu juga digunakan pada sambungan balok induk ke balok anak dan balok anak ke balok anak dengan perhitungan yang sama seperti konsol pendek yang terletak pada kolom.

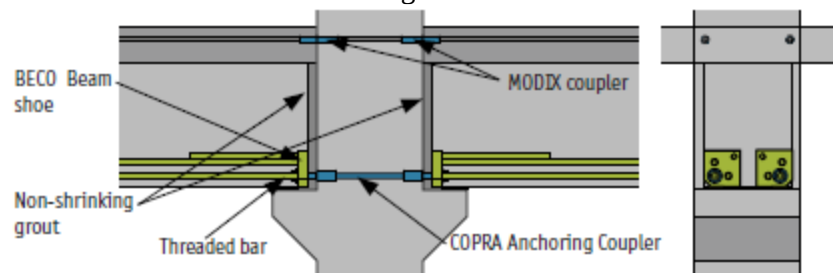
Perhitungan Sambungan Balok-Kolom

Sambungan balok dengan kolom memanfaatkan panjang penyaluran pada tulangan balok. Tulangan balok nantinya akan dijangkarkan ataupun dikaitkan ke dalam kolom. Diasumsikan panjang penyaluran menerima tekan dan tarik maka dihitung dalam dua kondisi yaitu tekan dan tarik.

Dalam perencanaan sambungannya menggunakan produk dari Peikko Group yaitu dengan menggunakan Anchor-Bolt (Bolted-connection). Dalam perencanaan tulangan atas menggunakan COPRA Anchoring Coupler dan tulangan bawah menggunakan BECO Beam Shoe dengan penyaluran COPRA Nchoring Coupler. Untuk kait standar juga menggunakan produk Peikko group yang sesuai dengan perhitungan sebagai berikut.



Gambar 4. single sided connection



Gambar 5 double sided connection

Sambungan balok 40/70 – kolom

1. Penyaluran tulangan pada balok pracetak

$$\begin{aligned} d_b &= 29 \text{ mm} \\ A_{s \text{ perlu}} &= 1839,39 \\ A_{s \text{ pasang}} &= 2640,74 \end{aligned}$$

2. Panjang kait standar dalam tarik

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 12.5, maka :

$$\begin{aligned} l_{dh} &= l_{hb} \frac{f_y}{400} \\ l_{dh} &\geq 8d_b \\ l_{dh} &\geq 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Didapat :

$$\begin{aligned} l_{hb} &= 100 \frac{d_b}{\sqrt{f_c'}} = 100 \frac{29}{\sqrt{35}} = 490,19 \text{ mm} \\ l_{dh} &\geq 8 \times 29 = 232 \text{ mm} \\ l_{dh} &= l_{hb} \frac{f_y}{400} = 490,19 \times \frac{400}{400} = 490,19 \geq 150 \text{ mm} \dots OK \end{aligned}$$

Maka, dipakai $l_{dh} = 350 \text{ mm}$ dengan bengkokan minimum panjang penyaluran yang masuk kedalam kolom dengan panjang kait standar dengan sudut 90° sebesar $12 d_b = 12 \times 29 = 348 \text{ mm} \rightarrow 350$

Pemilihan profil sambungan

Sambungan menggunakan produk dari Peikko Group yaitu untuk tulangan balok sebelum overtopping menggunakan BECO Beam Shoe dan pada kolom menggunakan COPRA Anchoring Coupler.

Analisa kekuatan sambungan pada sambungan dengan perbandingan gaya aksial maksimum (N_u) setelah tulangan leleh (setelah $M_{pr} 1,25 f_y$) yang harus lebih kecil dari kuat tarik aksial yang disyaratkan brosur Peikko Group sebagai berikut :

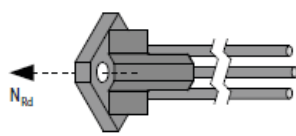
- Tulangan bawah :

$A_{s \text{ pasang}}$	$= 2640,74 \text{ mm}^2$
$A_{s \text{ tulangan}}$	$= 660,185 \text{ mm}^2$
$N_u (1,25 f_y)$	$= A_s \times f_y \times 1,25$
	$= 660,185 \times 400 \times 1,25$
	$= 330092,5 \text{ N} = 330,092 \text{ Kn}$
N_{rd}	$= 383 \text{ Kn}$ (kuat tarik maksimum profil)

$$= N_u = 330,092 \text{ kN} < N_{rd} = 383 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

Jadi, tulangan bawah menggunakan profil *BECO 39H* dan *COPRA 39H-P12-700 (350)*

Beam Shoe	Anchoring Coupler	N_{rd} [kN]
BECO 16H	COPRA 16H-...*	62
BECO 20H	COPRA 20H-...*	96
BECO 24H	COPRA 24H-...*	139
BECO 30H	COPRA 30H-...*	220
BECO 39H	COPRA 39H-...*	383
BECO 30P	COPRA 30P-...*	299
BECO 36P	COPRA 36P-...*	436
BECO 39P	COPRA 39P-...*	521
BECO 45P	COPRA 45P-...*	697
BECO 52P	COPRA 52P-...*	938



Gambar 6. Gaya Aksial Maksimum (N_{rd}) profil
Sumber : *peikko group (Beco Beam Shoe Table 2)*

- Penyaluran tulangan overtopping
As pasang = $3300,925 \text{ mm}^2$
As tulangan = $660,185 \text{ mm}^2$
Panjang Penyaluran Kait Standar Dalam Tarik
Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 12.5, maka :

$$l_{dh} = l_{hb} \frac{f_y}{400}$$

$$l_{dh} \geq 8d_b$$

$$l_{dh} \geq 150 \text{ mm}$$

Didapat :

$$l_{hb} = 100 \frac{d_b}{\sqrt{f'c'}} = 100 \frac{29}{\sqrt{35}} = 490,19 \text{ mm}$$

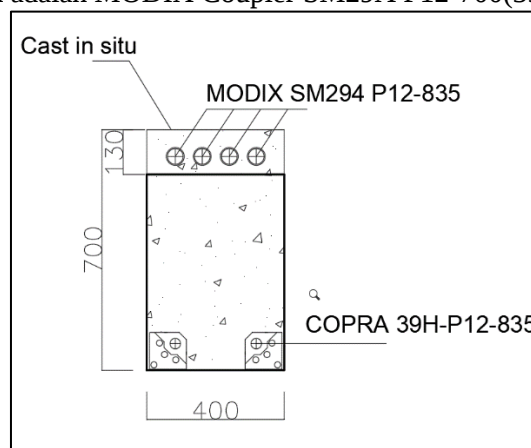
$$l_{dh} \geq 8 \times 29 = 232 \text{ mm}$$

$$l_{dh} = l_{hb} \frac{f_y}{400} = 490,19 \times \frac{400}{400} = 490,189 \geq 150 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

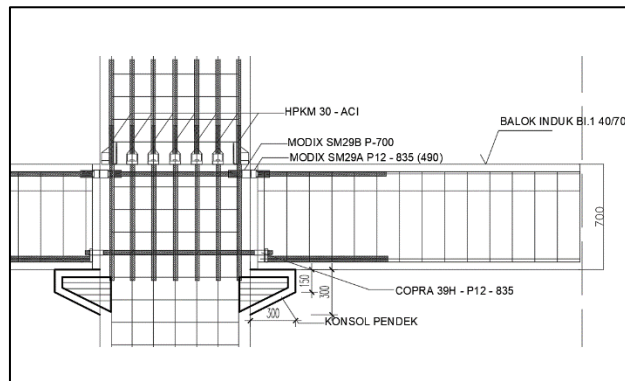
Maka, dipakai $l_{dh} = 350 \text{ mm}$ dengan bengkokan minimum panjang penyaluran yang masuk kedalam kolom dengan panjang kait standar dengan sudut 90° sebesar $12 d_b = 12 \times 29 = 348 \text{ mm} \rightarrow 350$

- Pemilihan profil sambungan

Pada sambungan tulangan di bagian overtopping balok menggunakan produk dari Peikko Group yaitu Modix Coupler. Profil yang digunakan adalah MODIX Coupler SM29A P12-700(350) -- PM29 -- SM29B P-1400.



Gambar 7. Potongan balok 40/70



Gambar 8. Sambungan balok 40/70 dan kolom 60/100

Sambungan double sided connections balok40/70 – balok 40/70

- Pemilihan profil sambungan Tulangan bawah menggunakan profil BECO 30H dan COPRA 30H-D850 untuk kolom 85x85 cm, COPRA 30H-D800 untuk kolom 80x80 cm dan COPRA 30HD70 untuk kolom 70x70 cm
- Pada sambungan tulangan di bagian overtopping profil yang digunakan adalah MODIX Coupler SM29A D-850-- SM29B L-1200 untuk kolom 85x85 cm, MODIX Coupler SM29A D-800 -- SM29B L-1200 untuk kolom

80x80 cm dan MODIX Coupler SM29A D-700--SM29B L-1200 untuk kolom 70x70 cm.

Perencanaan sambungan balok anak-balok induk dan balok anak

1. balok anak – balok induk

$$db = 22 \text{ mm}$$

$$As \text{ perlu} = 260,80 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ pasang} = 759,88 \text{ mm}^2$$

2. panjang penyaluran kait standar dalam tarik

Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 12.5, maka :

$$l_{dh} = l_{hb} \frac{fy}{400}$$

$$l_{dh} \geq 8d_b$$

$$l_{dh} \geq 150 \text{ mm}$$

Didapat

$$l_{hb} = 100 \frac{db}{\sqrt{fc'}} = 100 \frac{22}{\sqrt{33,2}} = 490,19 \text{ mm}$$

$$l_{dh} \geq 8 \times 22 = 232 \text{ mm}$$

$$l_{dh} = l_{hb} \frac{fy}{400} = 490,19 \times \frac{400}{400} = 490,19 \geq 150 \text{ mm} \dots OK$$

Maka, dipakai $l_{dh} = 381,82 \text{ mm}$ dengan bengkokan minimum panjang penyaluran yang masuk kedalam kolom dengan panjang kait standar dengan sudut 90° sebesar $12 db = 12 \times 22 = 264 \text{ mm} \Rightarrow 270 \text{ mm}$

3. pemilihan profil sambungan

Pemilihan Profil Sambungan Sambungan menggunakan produk dari Peikko Group yaitu untuk tulangan balok sebelum overtopping menggunakan BECO Beam Shoe dan pada kolom menggunakan COPRA Anchoring Coupler.

Analisa kekuatan sambungan pada sambungan dengan perbandingan gaya aksial maksimum (Nu) setelah tulangan leleh (setelah $Mpr 1,25 fy$) yang harus lebih kecil dari kat tarik aksial yang disyaratkan brosur Peikko Group sebagai berikut :

4. penyaluran tulangan bawah

$$As \text{ pasang} = 759,88 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ tulangan} = 379,94 \text{ mm}^2$$

$$Nu (1,25fy) = As \times fy \times 1,25$$

$$= 379,94 \times 400 \times 1,25$$

$$= 189970 \text{ N} \Rightarrow 189,97 \text{ Kn}$$

$$Nrd = 220 \text{ (kuat tarik maksimum profil)}$$

$$= Nu = 189,97 \text{ Kn} < Nrd = 220 \text{ Kn} \dots OK$$

5. penyaluran pada overtopping

- kondisi tekan
Sesuai SNI 2847:2013 Pasal 12.3
$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{12fy\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f'c'}}$$
$$\alpha\beta = \leq 1,7 \dots \text{SNI 2847: 2013 Pasal 12.2.4}$$
$$\ell_d \geq 200 \text{ mm}$$
$$\ell_d \geq 0,043 \cdot db \cdot fy$$
$$\ell_d \geq 0,043 \times 13 \times 240 = 134,16 \text{ mm}$$
$$\ell_{db} = \frac{d_b \times fy}{4 \times \sqrt{f'c'}} = \frac{13 \times 240}{4 \times \sqrt{35}} = 131,84 \text{ mm}$$
$$\ell_d = \ell_{db} \frac{Asperlu}{Aspasang} = 131,84 \times \frac{602,7}{1061,32} = 74,871 \text{ mm} \Rightarrow \text{not OK}$$
dipakai $\ell_d = 200 \text{ mm}$

2. penyaluran arah Y

- kondisi tarik
$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{12fy\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f'c'}}$$
$$\alpha\beta = \leq 1,7 \dots \text{SNI 2847: 2013 Pasal 12.2.4}$$
Dengan :
 α = faktor lokasi penulangan = 1
 β = faktor pelapis = 1
 λ = faktor beton normal = 1
$$\frac{\ell_d}{13} = \frac{12 \times 240 \times 1 \times 1 \times 1}{25\sqrt{35}}$$
$$= 253,14 \text{ mm (ok)}$$
Dipakai $\ell_d = 255 \text{ mm}$
- kondisi tekan
Sesuai SNI 2847:2013 Pasal 12.3
$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{12fy\alpha\beta\lambda}{25\sqrt{f'c'}}$$
$$\alpha\beta = \leq 1,7 \dots \text{SNI 2847: 2013 Pasal 12.2.4}$$
$$\ell_d \geq 200 \text{ mm}$$
$$\ell_d \geq 0,043 \cdot db \cdot fy$$
$$\ell_d \geq 0,043 \cdot 13 \cdot 240 = 134,16 \text{ mm}$$
$$\ell_{db} = \frac{d_b \times fy}{4 \times \sqrt{f'c'}} = \frac{13 \times 240}{4 \times \sqrt{35}} = 131,84 \text{ mm}$$
$$\ell_d = \ell_{db} \frac{Asperlu}{Aspasang} = 131,84 \times \frac{602,7}{1061,32} = 62,08 \text{ mm} \Rightarrow \text{not OK}$$
dipakai $\ell_d = 200 \text{ mm}$

Perencanaan Sambungan Kolom – Kolom

Perencanaan sambungan antar kolom memiliki konsep yang hampir sama dengan sambungan balok ke kolom yaitu dengan menggunakan bolt-connection. Produk dari Peikko Group yang digunakan adalah HPKM Column Shoe untuk sambungan bagian bawah kolom dan HPM Rebar Anchor Bolt untuk sambungan bagian atas kolom.

1. Sambungan kolom sejenis

- Penyaluran tulangan tarik
Berdasarkan SNI 2847:2013 Pasal 12.2.2, maka :
$$l_d = \left(\frac{fy}{1,7\lambda} \frac{\Psi_t \Psi_e}{\sqrt{f'c'}} \right) \times d_b$$
$$l_d = \left(\frac{240}{1,71 \times 1} \frac{1,3 \times 1}{\sqrt{35}} \right) \times 29$$
$$= 894,38 \text{ mm}$$
$$l_d > 300 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

Maka dipakai panjang penyaluran tarik ID = 895 mm

2. Pemilihan profil sambungan

As pasang = 19145,36

As tulangan = 660,185

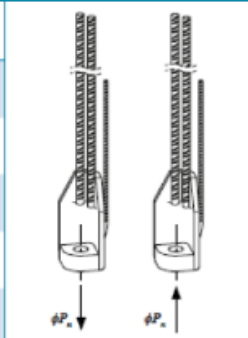
$P_u (1,25 f_y) = A_s \times f_y \times 1,25$
 $= 660,185 \times 400 \times 1,25$
 $= 330092,5 \text{ N} \Rightarrow 330,093$

$\phi P_n = 390$ (kuat tarik maksimum profil)

$P_u = 330,093 \text{ Kn} < \phi P_n = 390 \text{ Kn} \dots \text{OK}$

Pada sambungan tulangan antar kolom 60 x 100 cm menggunakan produk dari *peikko group* yaitu *HPKM 39 ACI* dan *HPM 39 ACI ASTM*.

Column Shoe	Rebar Anchor Bolt	ϕP_n [kN]
HPKM 16 ACI	HPM 16 ACI ASTM	63
HPKM 20 ACI	HPM 20 ACI ASTM	97
HPKM 24 ACI	HPM 24 ACI ASTM	141
HPKM 30 ACI	HPM 30 ACI ASTM	224
HPKM 39 ACI	HPM 39 ACI ASTM	390



Gambar 10 tabel profil sambungan kolom – kolom Kontrol daya dukung

$$P_{max} = \frac{P_u}{n} + \frac{M_u \cdot x}{n \cdot \Sigma} = \frac{31,99428}{2} + \frac{55,68278 \times 0,75}{2 \times 1,125} = 39,488 \text{ ton} < P_{ijin} = 48,073 \text{ ton} \rightarrow (\text{Aman})$$

PENUTUP

Kesimpulan

1. Penyambungan elemen pracetak menggunakan produk sambungan dari Peikko Group yaitu dengan menggunakan konsep bolted-connection dengan menggunakan anchorbolt dan coupler. Sambungan bersifat monolit dan dalam analisisnya panjang penyaluran dihitung berdasarkan persyaratan SNI 2847:2013 dan analisa kekuatan gaya aksial maksimum yang dapat dipikul oleh sambungan dibandingkan dengan gaya aksial setelah tulangan mengalami leleh (1,25 f_y).
2. Penyambungan elemen pracetak menggunakan produk sambungan dari Peikko Group yaitu dengan menggunakan konsep bolted-connection dengan menggunakan anchorbolt dan coupler. Sambungan bersifat monolit dan dalam analisisnya panjang penyaluran dihitung berdasarkan persyaratan SNI 2847:2013 dan analisa kekuatan gaya aksial maksimum yang dapat dipikul oleh sambungan dibandingkan dengan gaya aksial setelah tulangan mengalami leleh (1,25 f_y).

Saran

1. Urutan perencanaan dan desain permodelan menggunakan gambar 3D.
2. Analisa perhitungan struktur dapat menggunakan aplikasi 3D BIM, seperti MIDAS, SCIA Engineer
3. Pemilihan konsep sambungan harus menggunakan penelitian laboratorium
4. Data tanah dapat dilihat dari data sondir dengan menggunakan rumus guy sangrelat.

DAFTAR PUSTAKA

- Elliot, Kim S.. 2002. *Precast Concrete Structure*. India : Butterwoth Heinemann
- Anonim. 2002. *SNI 03-1729-2002 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Badan Standarisasi Nasional.
- Tjahjono, Elly., dan Purnomo, Heru. 2004. Pengaruh Penempatan Penyambungan pada Perilaku Rangkaian Balok Kolom Beton Pracetak Bagian Sisi Luar. *Makara Teknologi Volume. 8 No. 3 (Desember)* : 90 – 97. Depok, Indonesia