

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Penelitian Terdahulu

(Devania, 2020) dalam penelitian yang berjudul “Modifikasi Struktur Gedung dengan Beton Pracetak pada Apartemen The Conexio”, menyimpulkan bahwa, penggunaan beton pracetak memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan menggunakan metode beton konvensional diantaranya pelaksanaannya yang tidak dipengaruhi oleh cuaca, mutu beton yang terjaga dan tentunya tahan gempa. Sambungan antar elemen pracetak memiliki peran yang sangat penting dalam bangunan dengan menggunakan metode beton pracetak sehingga perlu diperhitungkan sesuai dengan peraturan. Modifikasi ini bertujuan untuk menghasilkan gedung dengan menggunakan beton pracetak yang tahan gempa sesuai dengan SNI 2847:2013 dengan pengendalian timbal balik yang baik. Dalam studi ini, gedung akan dilakukan modifikasi struktur menjadi beton pracetak dengan meninjau sebanyak 8 lantai dan untuk analisa dibantu dengan program ETABS. Dari hasil modifikasi yang dilakukan, elemen-elemen pracetak sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2012 dan SNI 2847: 2013 yaitu meliputi ukuran balok induk 40x60cm, ukuran balok anak 35x55 cm, dengan kolom berdimensi 65x65 cm, tebal *overlapping* 6 cm pada pelat dan menggunakan *Graft Sleeve Grout* pada sambungan kolom, penyambungan balok-kolom dengan panjang penyaluran 500 mm dan penggunaan konsol pada kolom dengan dimensi 30x40cm.

(Azis, 2021) dalam penelitian yang berjudul “Desain Modifikasi Struktur Balok dan Pelat Lantai Menggunakan Metode Pracetak” menyimpulkan bahwa pemakaian beton pracetak memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan menggunakan beton konvensional, beberapa keuntungannya yaitu kualitas dari beton terjamin dan pada proses pengerjaan struktur tidak terlalu banyak membutuhkan tenaga kerja. Akan tetapi, pada saat proses dari awal seperti pendesainan ataupun pembuatan dilakukan secara fabrikasi dan pemasangannya sendiri harus dilakukan oleh tenaga ahli, karena pada saat proses penyambungan elemen pracetak ini tidak boleh salah agar sambungan antar struktur pracetak menjadi padat dan tidak ada keretakan. Bangunan Rumah Susun Pondok Pesantren Darusa'adah di Kabupaten Kebumen Jawa Tengah merupakan bangunan yang didesain menggunakan sistem pengecoran di lokasi atau kita kenal dengan metode konvensional. Elemen struktur balok dan pelat dari bangunan ini akan dimodifikasi menjadi elemen beton pracetak. Sistem struktur yang akan digunakan pada proses analisis bangunan gedung ini merupakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), perencanaan struktur bangunan gedung ini akan mengacu pada peraturan SNI 2847-2013, SNI 1727-2013, SNI 1726-2012 dan SNI 7833- 2012, sambungan yang akan dipakai untuk penyatuan antar elemen pracetak adalah sambungan basah. Dari perhitungan yang dilakukan pada modifikasi struktur diperoleh hasil untuk tebal plat = 14 cm untuk perhitungan balok H1.1 diperoleh dimensi 25cm x 45cm, dan H1.2 diperoleh 25cm x 50cm untuk perhitungan kolom K1 diperoleh hasil dimensi 50cm x 30cm dan untuk kolom K2 40cm x 30cm, sedangkan pada sambungan sambungan antar struktur pracetak diperoleh hasil untuk konsol pendek dengan dimensi 55 cm x 30 cm x 30 cm dengan jumlah tulangan utama 7 D16 sedangkan tulangan sengkang / pengikat 4 D13 dan untuk tulangan stud plat ke balok di dapatkan hasil D10 – 150mm.

(Mubarok, 2020) dalam penelitian yang berjudul “Desain Modifikasi Perancangan Struktur Gedung The Alton Apartment Semarang Menggunakan Metode Pracetak” menyimpulkan bahwa akan dilakukan modifikasi pada Gedung The Alton Apartment menjadi 20 lantai dan 1 basement pada elemen balok, pelat dan kolom. sebelum dilakukan modifikasi apartemen ini memiliki 30 lantai dan 1 basement dengan menggunakan pengerjaan

secara cor *in-situ*. Karena dalam proses pengerjaan yang berlangsung lama dan hasil yang kurang presisi maka memutuskan untuk mengganti ke metode beton pracetak. Dengan menggunakan metode ini memiliki beberapa keunggulan, seperti kemudahan dalam pengerjaan, kecepatan dalam pelaksanaan, dan kontrol kualitas yang baik. Metode beton pracetak mempunyai perhatian khusus terhadap penyambungan, karena penyambungan pada beton pracetak tidak semonolit beton *cast in-situ*. Dalam Tugas Akhir ini, perencanaan struktur gedung The Alton Apartment Semarang mengacu pada peraturan SNI 2847:2019, PCI text 6th Edition dan SNI 1726:2019. Untuk menyambung setiap tulangnya, menggunakan teknologi *underpinning splice* berupa *curlconfined* yang terbuat dari tulangan polos, yang telah dikembangkan di Indonesia sejak tahun 2014. Gedung The Alton Apartment yang berlokasi di kabupaten Semarang, memiliki Kategori Desain Seismik (KDS) yaitu kategori D dan direncanakan menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus serta dinding struktural.

(Wicaksono, 2022) dalam penelitian yang berjudul “Desain Modifikasi Struktur Metode Beton Pracetak Sambungan Basah pada Gedung Ac Politeknik Negeri Malang” menyimpulkan bahwa akan dilakukan modifikasi pada Gedung Ac Politeknik Negeri Malang pada elemen sekunder, seperti balok anak dan pelat. Dan pada elemen primer, seperti kolom dan balok induk. Modifikasi yang akan dilakukan didasarkan pada beberapa hal, seperti dengan mempertimbangkan segi beton mutu yang akan digunakan dan kemudahan pelaksanaannya. Adapun lokasi dari proyek ini 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. Dalam mendesain elemen struktur pracetak, berpedoman pada peraturan SNI 2847:2019 mengenai persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 1726-2019 mengenai Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, dan SNI 1727-2020 mengenai Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Rumah dan Gedung. Adapun hasil modifikasi dari tugas akhir ini yaitu didapat 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 mm, 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.

(Sutopo, 2022) dalam penelitian yang berjudul “Modifikasi Desain Struktur Gedung Apartemen Skyhouse (Tower Acacia) Serpong dengan Metode Beton Pracetak Menurut SNI 2847:2019” menyimpulkan bahwa akan dilakukan modifikasi pada Gedung Apartemen Sky House (Tower Acacia) dengan menggunakan beton pracetak pada elemen pelat, balok dan kolom. Dengan menggunakan metode beton pracetak memiliki beberapa keunggulan, seperti menghasilkan waktu pengerjaan yang lebih cepat dan efisien, serta memastikan kualitas struktur sesuai perencanaan awal. Pada perencanaan tugas akhir ini memiliki dasar acuan yaitu dari SNI 1947:2019 untuk perhitungan beton struktural, PCI Handbook 7th Edition untuk acuan dasar perencanaan elemen beton pracetak, SNI 1726:2019 sebagai acuan untuk perhitungan gempa, SNI 1727:2019 untuk acuan dalam pembebanan struktur dan analisa struktur dari perencanaan akan menggunakan aplikasi bantu ETABS 18 dan SpColumn. Sambungan pada balok menggunakan produk Modix Rebar Coupler dari Peikko Group, Sambungan pada kolom menggunakan Coupler Sleeve dari NMB Splice Sleeve. Sedangkan untuk elemen non-pracetak, seperti *shearwall*, dan tangga, serta elemen pelat pracetak menggunakan sambungan konvensional dengan tulangan berkelanjutan.

2.2 Landasan Teori

Bab ini akan dibahas dasar teori dan jurnal referensi mengenai modifikasi ulang gedung Samaview *Apartment* secara umum dan dengan sistem struktur beton pracetak.

2.2.1 Beton Pracetak

Beton pracetak adalah suatu teknologi konstruksi yang memanfaatkan elemen-elemen struktural, seperti kolom, balok, dan pelat, yang dicetak terlebih dahulu di lokasi terpisah. Kadang-kadang, elemen-elemen ini disatukan sebelum kemudian dipasang di lokasi proyek konstruksi. (Larasati, 2020).

Penggunaan beton pracetak pada proyek konstruksi memiliki banyak keunggulan dari beton konvensional. Adapun kelebihan beton pracetak sebagai berikut :

1. Kontrol kualitas yang lebih baik karena proses produksinya dilakukan di pabrik.
2. Dapat menghemat waktu konstruksi karena proses produksinya dilakukan di pabrik dan dikirim dalam kondisi siap untuk dipasang.
3. Dapat mempermudah proses konstruksi yang rumit.
4. Dapat mengurangi limbah konstruksi karena proses produksinya dilakukan di pabrik.
5. Dapat mengurangi kebutuhan tenaga kerja.
6. Lebih aman karena proses pengecoran dilakukan di pabrik dan dapat mengurangi debu, kebisingan, dan polusi lainnya.

Selain memiliki keunggulan, beton pracetak juga mempunyai beberapa kelemahan, berikut adalah kelemahan dari beton pracetak :

1. Dalam proses pengerjaannya membutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang bisa mengangkat komponen konstruksi dan menempatkan pada posisi tertentu.
2. Kerusakan selama dalam proses transportasi.
3. Memerlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan.
4. Memerlukan lahan luas untuk proses produksi ketika memproduksi jumlah banyak.
5. Beton pracetak cocok untuk bangunan dengan menggunakan komponen yang sejenis (*typical*) atau yang berulang (*repetitive*).

2.2.2. Sistem Struktur Gedung

Dalam perencanaan sebuah gedung, faktor pembebanan lateral memainkan peran penting dalam menentukan tinggi bangunan tersebut. Semakin tinggi suatu bangunan, semakin besar pula pengaruh pembebanan lateral yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti beban angin dan gempa. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan sistem struktur yang akan digunakan dalam perancangan gedung.

Mengacu pada SNI 2847:2002 pasal 23.2, setiap bangunan harus dilengkapi dengan sistem struktur yang memadai untuk menghadapi gaya-gaya yang ditimbulkan oleh gempa. Berikut ini adalah pembagian sistem struktur berdasarkan zona seismik yang relevan:

1. Wilayah gempa 1 dan 2 (risiko gempa rendah)
Desain yang digunakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) dan sistem dinding struktur dengan beton biasa. Sistem ini merupakan sistem struktur yang memiliki tingkat daktilitas terbatas dan cocok digunakan di daerah dengan risiko gempa yang rendah.
2. Wilayah gempa 3 dan 4 (risiko gempa sedang)
Desain yang digunakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Dinding Struktur Biasa (SDSB) dengan beton tanpa detailing khusus. Sistem ini merupakan sistem struktur yang memiliki tingkat daktilitas yang sedang dan bisa digunakan di daerah yang memiliki risiko gempa yang sedang.
3. Wilayah gempa 5 dan 6 (risiko gempa tinggi)

Desain yang digunakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Dinding Struktur Khusus (SDSK) dengan beton khusus. Sistem ini merupakan sistem struktur yang memiliki tingkat daktilitas tinggi sehingga harus digunakan pada daerah dengan tingkat risiko gempa yang tinggi.

2.2.3 Karakteristik Risiko Gempa Wilayah

Menurut SNI 1726:2019 mengenai perencanaan desain seismik, bangunan, baik gedung maupun non-gedung, dikelompokkan ke dalam berbagai kategori di dalam pasal 4. 1. Selain itu, juga dilakukan klasifikasi terhadap jenis tanah yang akan digunakan, yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung respon spektral yang mungkin terjadi di wilayah tersebut. Gempa rencana ditetapkan dengan probabilitas terlewat sebesar 2 persen selama masa umur struktur bangunan yang direncanakan selama 50 tahun. Pembesaran gempa dirancang berdasarkan kategori risiko bangunan, jenis tanah, dan parameter percepatan gempa.

Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain : 1. Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan dan perikanan 2. Fasilitas sementara 3. Gudang penyimpanan 4. Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua industri dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : 1. Perumahan 2. Rumah toko dan rumah kantor 3. Pasar 4. Gedung perkantoran 5. Gedung apartemen / rumah susun 5. Pusat perbelanjaan / mall 6. Bangunan industri 7. Fasilitas manufaktur 8. Pabrik	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : 1. Bioskop 2. Gedung pertemuan 3. Stadion 4. Fasilitas Kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat 5. Penjara	III

6. Bangunan untuk orang jompo	
-------------------------------	--

(Sumber : SNI 1726 : 2019, Tabel 3)

Lanjutan Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan atau gangguan massal terhadap kehidupan Masyarakat sehari – hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk : 1. Pusat pembangkit Listrik biasa 2. Fasilitas penanganan air 3. Fasilitas penanganan limbah 4. Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III
Gedung dan non gedung yang ditunjukan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk : 1. Bangunan – bangunan monumental 2. Gedung sekolah dan fasilitas Pendidikan 3. Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat 4. Fasilitas pemadam kebakaran, ambulan, dan kantor polisi , serta garasi kendaraan darurat 5. Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya	IV

(Sumber : SNI 1726 : 2019, Tabel 3)

Lanjutan Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan dan Non Gedung untuk Beban Gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
6. Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat 7. Pusat pembangkit energi dan fasilitas public lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat 8. Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangka air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non-gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk kedalam kategori risiko IV.	IV

(Sumber : SNI 1726 : 2019, Tabel 3)

Dari tabel di atas, lalu akan didapatkan kategori resiko bangunan gedung dan non gedung tersebut, akan didapatkan pula faktor keutamaan gempa.

Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726 : 2019

Tabel 2.3 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$\bar{V}_s (m / detik)$	N atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u (kPa)$
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	> 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

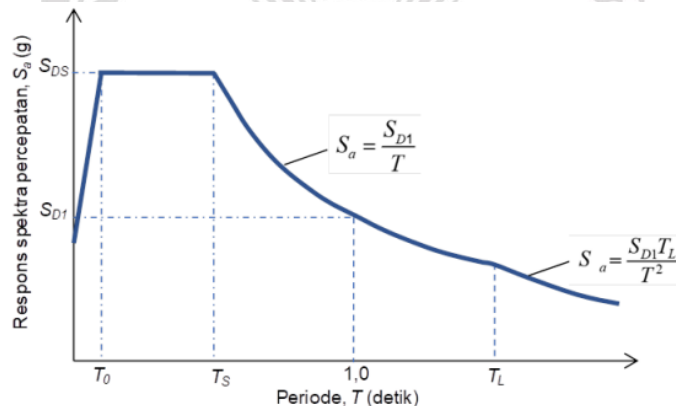
SE (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air, $w \geq 40 \%$ 3. Kuat geser niralir $\bar{S}_u < 25 \text{ kPa}$		

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Lanjutan Tabel 2.6 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$\bar{V}_s(\text{m / detik})$	N atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u(\text{kPa})$
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik – situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : 1. Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah 2. Lempung sangat organik dan atau gambut (ketebalan $H > 3 \text{ m}$) 3. Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5 \text{ m}$ dengan indeks plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak / setengah teguh dengan ketebalan $H > 35 \text{ m}$ dengan $\bar{S}_u < 50 \text{ kPa}$		

(Sumber : SNI 1726:2019)



Gambar 2.1 Respons Spectrum Rencana

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

2.2.4 Elemen Beton Pracetak

Sistem beton pracetak dapat didefinisikan sebagai proses produksi elemen struktur atau arsitektural bangunan di lokasi yang berbeda dari tempat penggunaan elemen tersebut. Proses pembuatan elemen beton pracetak dapat dilakukan baik di pabrik maupun di lapangan.

Produksi di pabrik umumnya bersifat permanen, menggunakan berbagai metode yang sesuai dengan proses produksi dan peralatan yang ada. Pemilihan metode ini disesuaikan dengan jumlah elemen yang akan diproduksi, dengan tujuan menghasilkan produk yang ekonomis. Sebaliknya, pelaksanaan di lapangan bersifat sementara, sehingga metode yang dipakai menjadi lebih terbatas. Dalam tugas akhir ini, elemen struktur yang akan dibahas adalah balok dan pelat.

2.2.4.1 Balok

Balok memiliki peran penting dalam mendukung beban dari pelat, beratnya sendiri, serta berbagai beban lain yang bekerja pada struktur. Balok pracetak adalah jenis balok beton bertulang yang telah diproduksi sebelumnya di pabrik, kemudian diangkut dan dipasang langsung di lokasi proyek. Terdapat beberapa jenis balok pracetak berdasarkan bentuk penampangnya, antara lain balok dengan penampang persegi, L, dan T terbalik. Secara umum, sistem balok yang diterapkan untuk memenuhi konsep "strong column, weak beam" yang sering digunakan mencakup *precast beam units between column*, *precast beam units through column*, dan *precast T or cruciform units* (Sugianto, 2020).

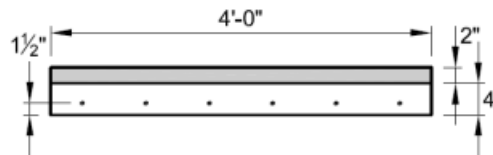
2.2.4.2 Pelat

Pada pelat beton pracetak, saat pengangkutan atau sebelum terjadinya komposit, beban yang bekerja adalah berat pelat itu sendiri. Sementara itu, beban total yang diterima oleh pelat baru akan terjadi setelah pelat tersebut menjadi komposit. Tujuan utama dari pelat ini adalah untuk menerima dan menyalurkan beban yang berada di atasnya ke elemen-elemen dalam sistem struktur utama. (Sugianto, 2020).

Jenis-jenis plat yang umum digunakan *solid slabs*, *hollow core slab*, *single tess slab*, dan *double tess slab*. Pelat akan menumpu di balok dan sambungan dilakukan dengan *overtopping*.

1. Solid Flat Slab

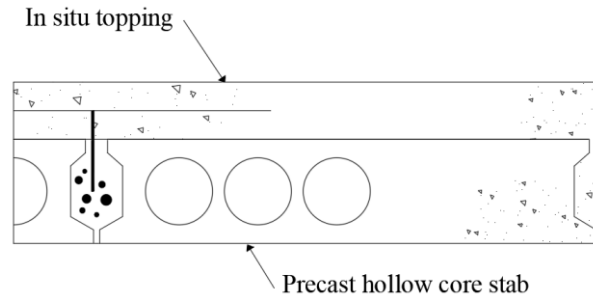
Merupakan pelat pracetak tanpa lubang yang memiliki bentuk serupa pelat beton umum, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3. Salah satu keunggulan pelat jenis ini adalah kemudahan dalam penyimpanannya, karena tidak memerlukan banyak ruang. Pelat ini dapat terbuat dari beton prategang maupun beton bertulang biasa, dengan ketebalan dan lebar yang bervariasi.



Gambar 2.2 Solid Flat Slab
(Sumber : Larasati, 2020)

2. Hollow Core Slab

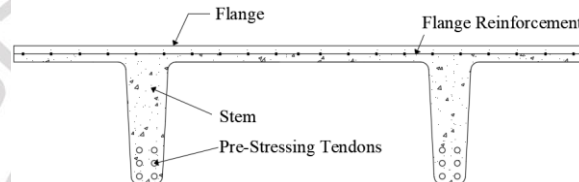
Merupakan jenis pelat pracetak yang memiliki ketebalan lebih besar dibandingkan dengan pelat pracetak tanpa lubang (*Solid Flat Slab*). Pelat ini biasanya menggunakan kabel prategang untuk meningkatkan kekuatan. Salah satu keuntungan utama dari *Hollow Core Slab* adalah bobotnya yang lebih ringan, berkat adanya lubang-lubang di dalamnya yang mengurangi beban gravitasi. Selain itu, pelat ini memiliki tingkat ketahanan yang tinggi terhadap api dan durabilitas yang sangat baik. *Hollow Core Slab* juga dapat digunakan untuk bentang yang panjang meskipun memiliki ketebalan yang relatif lebih kecil. Pelat ini memiliki lebar antara 4 hingga 15 inci. (Larasati, 2020).



Gambar 2.3 *Hollow Core Slab*
(Sumber : Larasati, 2020)

3. *Single Tee* dan *Double Tess Slab*

Merupakan jenis pelat yang dimodifikasi dari *Solid Flat Slab*. Pada pelat ini, terdapat kaki vertikal yang membentuk profil “T”, di mana bagian kaki tersebut dilengkapi dengan penulangan yang lebih banyak. Berkat desain ini, pelat jenis ini mampu menahan beban yang lebih berat. Oleh karena itu, pelat ini sangat cocok digunakan untuk aplikasi dengan bentang yang luas, seperti di area parkir, pabrik, *ballroom*, dan lain-lain. (Larasati, 2020).



Gambar 2.4 *Double Tess Slab*
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.5 Sambungan Beton Pracetak

Sambungan adalah komponen yang sangat penting dalam mentransfer gaya antar elemen pracetak yang akan disambungkan. Sambungan yang kurang kaku atau monolit dapat menyebabkan keruntuhan akibat gempa, karena tidak mampu menahan beban yang ditimbulkan. Untuk memastikan bangunan dapat berfungsi dengan baik saat menerima beban gempa, sangat penting untuk memenuhi syarat sambungan balok-kolom. Sambungan ini memiliki peran yang sangat krusial, karena mekanisme respons struktur terhadap beban terjadi pada penyaluran gaya antara balok dan kolom bangunan. (Larasati, 2020).

Dalam proses konstruksi yang menggunakan metode beton pracetak, terdapat dua jenis sambungan yang umum digunakan. Pertama, sambungan kering (*dry connection*), yang dapat dilakukan dengan menggunakan baut atau las. Kedua, sambungan basah (*wet connection*), yang dilakukan dengan cara pengecoran langsung di lokasi.

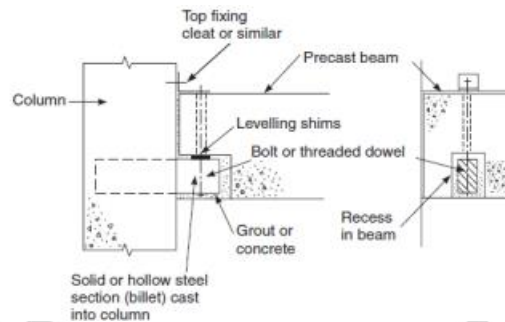
2.2.5.1 Sambungan Kering

Sambungan kering pada beton pracerak dihasilkan melalui penggunaan plat baja yang dihubungkan dengan elemen pracetak menggunakan baut atau las. Keunggulan sambungan kering terletak pada kecepatan proses pengerjaannya, yang jauh lebih efisien dibandingkan dengan sambungan basah. Namun, penting untuk melakukan analisis dan permodelan struktur secara cermat, karena terkadang sambungan ini dapat menyebabkan perilaku yang tidak monolit. Berikut adalah beberapa contoh sambungan kering yang dapat digunakan:

1. Sambungan kering dengan menggunakan baut

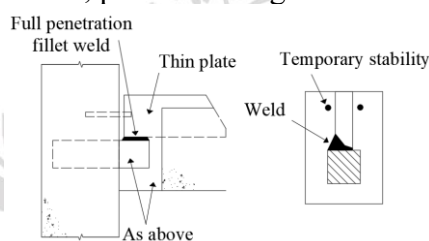
Metode sambungan ini dilakukan dengan meletakkan pelat baja di ujung-ujung kedua elemen beton pracetak yang akan disambungkan. Selanjutnya, pelat baja tersebut ditanam dalam area tulangan dan dicor selama proses pembuatan elemen pracetak. Setelah itu, pelat

baja dari kedua komponen disatukan menggunakan baut yang memiliki daya tarik tinggi. Untuk mencegah terjadinya korosi pada pelat baja, setelah proses penyambungan selesai, pelat tersebut akan ditutupi dengan adukan semen beton. (Larasati, 2020).



Gambar 2.5 Sambungan Kering Menggunakan Baut
(Sumber : Larasati, 2020)

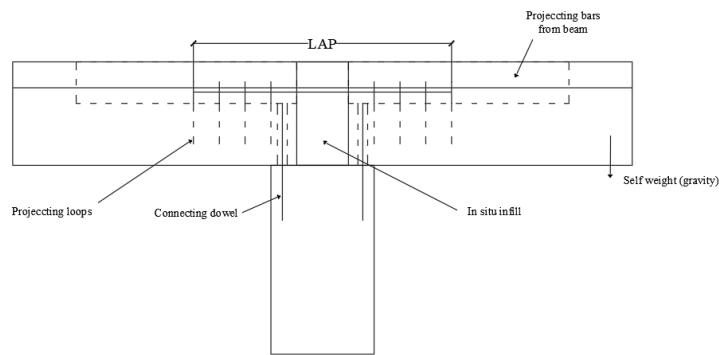
2. Sambungan kering dengan menggunakan las
Alat sambung ini menggunakan pelat baja (pelat sisip) yang ditanam dalam daerah tulangan dan diletakkan di ujung-ujung beton yang akan disatukan. Pelat baja tersebut dicor saat pembuatan elemen pracetak. Fungsi dari pelat baja ini adalah untuk meneruskan gaya-gaya, sehingga penting bagi pelat tersebut untuk benar-benar menyatu dengan material beton di sekitarnya. (Larasati, 2020). Untuk menghubungkan pelat sisip beton yang akan disambung, digunakan pelat baja sebagai pelat sambung yang dilas ke pelat sisip. Setelah pengelasan selesai, pelat sambung tersebut ditutupi dengan adukan beton.



Gambar 2.6 Sambungan Kering Menggunakan Las
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.5.2 Sambungan Basah

Metode penyambungan ini menggunakan tulangan biasa sebagai penghubung antara komponen beton pracetak. Pada bagian ujung komponen beton pracetak yang telah dipasang, akan dilakukan pencoranan untuk menghubungkan satu komponen dengan yang lainnya. Sambungan ini lebih umum digunakan dalam pelaksanaan beton pracetak karena menghasilkan struktur yang lebih kaku dibandingkan dengan jenis sambungan lainnya. Selain itu, metode ini juga lebih mudah diterapkan di lapangan. (Larasati, 2020).



Gambar 2.7 Sambungan dengan Cor di Tempat
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.6 Pengangkatan Beton Pracetak

Selain memperhatikan sambungan pracetak, penting juga untuk memperhatikan proses pengangkatan beton pracetak. Kesalahan dalam proses ini dapat menyebabkan keretakan pada beton. Oleh karena itu, titik pengangkatannya harus ditinjau dengan cermat untuk memastikan keseimbangan gaya tegangan beton saat diangkat.

2.2.6.1 Pengangkatan Balok Pracetak

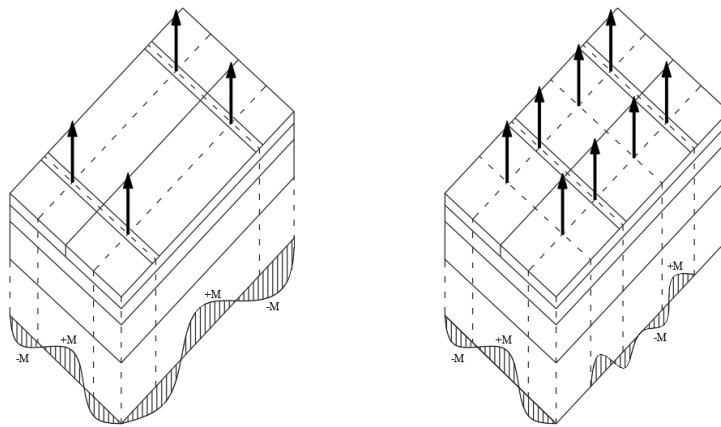
Sebelum melaksanakan proses pengangkatan balok pracetak, ada dua aspek penting yang perlu diperhatikan. Pertama adalah kekuatan angkat pada balok pracetak (lifting jangkar), dan kedua adalah kekuatan lentur pada penampang balok tersebut. Ini karena saat pengangkatan, beban yang bekerja berasal dari berat balok itu sendiri, yang ditopang oleh jangkar pengangkat. Kondisi ini akan menyebabkan timbulnya momen di tengah bentang serta di titik tumpuan.



Gambar 2.8 Pengangkatan Balok Pracetak
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.6.2 Pengangkatan Pelat Pracetak

Dalam proses pemasangan elemen pelat pracetak, sangat penting untuk memperhatikan kemungkinan pengangkatan pelat tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan matang terhadap tulangan angkat yang akan digunakan. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya momen yang dapat disebabkan oleh fleksibilitas truk pengangkut selama perjalanan menuju lokasi pemasangan pelat. (Larasati, 2020). Untuk mencapai keseimbangan elemen pracetak selama proses pengangkatan, dapat digunakan alat bantu seperti balok angkat atau *spreader beam*. Terdapat dua jenis titik angkat yang dapat digunakan pada pelat pracetak, yaitu empat titik angkat dan delapan titik angkat.



Gambar 2.9 Ilustrasi Pengangkatan Pelat Pracetak
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.7 Perencanaan Pondasi

Pondasi merupakan elemen penting yang terletak di bagian bawah suatu struktur bangunan, berfungsi untuk mendukung beban yang ada di atasnya dan menjalin hubungan langsung dengan tanah. Dapat diartikan pula sebagai fondasi yang memberikan stabilitas dan kekuatan pada struktur tersebut. Dalam merencanakan sebuah bangunan, terdapat berbagai jenis pondasi yang dapat dipilih. Penentuan jenis pondasi yang sesuai harus mempertimbangkan beberapa faktor, termasuk karakteristik tanah yang ada, batasan-batasan di sekitarnya, serta batasan-batasan yang ditetapkan untuk konstruksi di atasnya (superstruktur), ditambah dengan waktu dan anggaran proyek. Secara umum, pondasi dapat dibedakan menjadi dua kategori: pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*).

2.2.7.1 Pondasi Dangkal

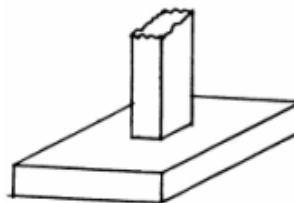
Pondasi dangkal, yang juga dikenal sebagai pondasi langsung, dapat diterapkan ketika lapisan tanah di dasar pondasi memiliki kemampuan untuk mendukung beban yang diterima dan berada cukup dekat dengan permukaan tanah. Berikut adalah syarat-syarat yang perlu dipenuhi untuk penggunaan pondasi dangkal:

1. $D/B \leq$
2. Lapisan tanah keras ada di dekat permukaan tanah

Pondasi dangkal ada beberapa macam, antara lain :

1. Pondasi Telapak (*Isolated Footing*)

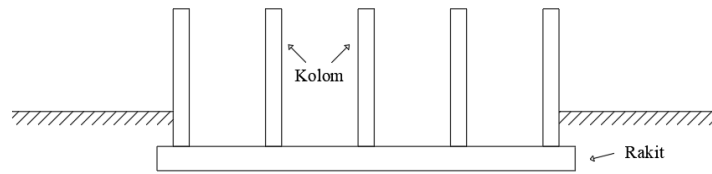
Pondasi yang berdiri sendiri berfungsi untuk langsung mendukung pondasi atau kolom bangunan di atas tanah, terutama ketika terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dan berkualitas baik, sehingga mampu menopang beban bangunan. Cara kerja dari pondasi ini adalah melalui sistem tanam, yang berfungsi untuk menahan kolom yang tertanam, mencegahnya agar tidak terbenam lebih dalam ke tanah.



Gambar 2.10 Pondasi Telapak
(Sumber : Larasati, 2020)

2. Pondasi Rakit (*Raft Foundation*)

Pondasi ini dirancang untuk mendukung bangunan yang terletak di atas tanah lunak. Selain itu, pondasi ini juga cocok digunakan ketika jarak antar kolom cukup dekat di seluruh arah. Oleh karena itu, saat menggunakan pondasi ini, sisi-sisinya akan saling berhimpit satu sama lain.



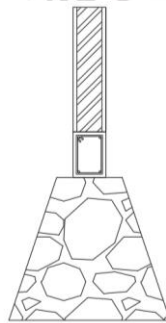
Gambar 2.11 Pondasi Rakit
(Sumber : Larasati, 2020)

3. Pondasi *Rollag* Bata

Pondasi ini adalah jenis pondasi sederhana yang tidak dirancang untuk menyalurkan beban bangunan secara langsung. Sebaliknya, tujuan utamanya adalah untuk menyeimbangkan posisi lantai, sehingga mencegah terjadinya ambles di ujung-ujungnya. Pondasi ini cocok digunakan untuk membuat teras rumah, dengan fungsi yang mirip dengan sloof gantung, meskipun kekuatan dan biayanya tidak setinggi sloof gantung.

4. Pondasi Batu Kali

Pondasi ini berfungsi sebagai pondasi penahan untuk bangunan sederhana. Terbuat dari batu kali yang diikat dengan campuran pasir dan semen, pondasi ini dirancang dengan memperhatikan ketahanan terhadap rembesan air dari tanah. Untuk memastikan daya rekat yang optimal, campuran agregat yang digunakan memiliki perbandingan 1:3.



Gambar 2.12 Pondasi Batu Kali
(Sumber : Larasati, 2020)

2.2.7.2 Pondasi Dalam

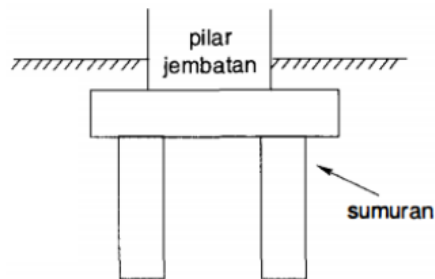
Pondasi dalam adalah jenis pondasi yang berfungsi untuk meneruskan beban suatu struktur bangunan ke lapisan tanah keras yang berada di kedalaman yang jauh dari permukaan. Untuk memastikan kinerja yang optimal, terdapat beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh pondasi dalam ini, yaitu:

1. $D / B \geq 4$
2. Lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah

Macam pondasi dalam, antara lain :

1. Pondasi Sumuran (*Pier Foundation*)

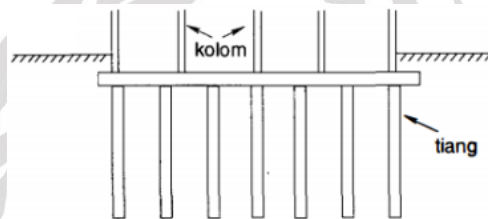
Pondasi ini berfungsi sebagai peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang. Penggunaannya direkomendasikan ketika lapisan tanah yang kuat berada pada kedalaman yang cukup dalam, dengan rasio nilai $D/B \leq 4$.



Gambar 2.13 Pondasi Sumuran
(Sumber : Larasati, 2020)

2. Pondasi Tiang (*Pile Foundation*)

Pondasi ini diterapkan ketika tanah di kedalaman normal tidak dapat mendukung beban yang ada, sementara lapisan tanah keras terletak jauh di bawah permukaan. Umumnya, pondasi ini memiliki diameter yang lebih kecil dan lebih panjang dibandingkan dengan pondasi sumuran.



Gambar 2.14 Pondasi Tiang
(Sumber : Larasati, 2020)