

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Data Umum Proyek

Nama Pekerjaan	: Pekerjaan Pembangunan Paket CWI-01 Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya ITS Tower, CLC, dan Infrastruktur Pendukung
Alamat Pekerjaan	: JL. Arief Rahman Hakim, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur
Jenis Bangunan	: Gedung Perkuliahan
Jenis Pekerjaan	: Struktur, Arsitektur, MEP
Pemilik Pekerjaan	: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Konsultan Perencana	: CV. Matra Cipta
Kontraktor Pelaksana	: PT. ADHI KARYA (Persero) Tbk.
<i>Supervising</i> Konsultan	: PMSC-HETI ITS (PT. Ciriajasa E.C. KSO PT. Ciriajasa Cipta Mandiri)
Nomor Kontrak	: 6418/IT2.XIX/B/TU.00.09/2023
Tanggal Kontrak	: 6 Oktober 2023
Nilai Kontrak	: Rp86.951.148.000,00
Waktu Pelaksanaan	: 540 hari

#### 2.2 Struktur Gedung Bertingkat

Perencanaan dan perancangan struktur pada bangunan bertingkat merupakan proses perancangan bangunan yang bukan hanya mencakup strukturnya saja,

namun seluruh aspek pada bangunan tersebut (Jaglien dkk., 2020). Aspek-aspek yang juga perlu diperhatikan seorang ahli, antara lain fungsi gedung, kekuatan, keamanan, kestabilan, keindahan, dan pertimbangan ekonomis. Sehingga, untuk mewujudkan bangunan yang memenuhi aspek-aspek tersebut, dibutuhkan perhitungan struktur gedung yang sesuai dengan peraturan yang sesuai (Purnamasari & Rohman, 2019). Menurut (Schuller W., 2001), ada 3 pekerjaan yang termasuk pada bidang keilmuan struktur gedung bertingkat adalah:

1. Berdasarkan (SNI-2847-2019) prinsip untuk struktur gedung bertingkat, seperti kestabilan, kekakuan, kekuatan, dan ketahanan terhadap gaya-gaya lateral, seperti angin, dan gempa.
2. Metode pelaksanaan konstruksi untuk gedung bertingkat.
3. Sistem rangka atap untuk gedung bertingkat yaitu, sistem rangka atap dan kantilever.

Struktur gedung bertingkat memiliki beberapa sistem tipe struktur yang masing-masing memiliki kekurangan dan kelebihan. Macam-macam sistem tipe struktur menurut (Putu dkk., 2021) pada gedung bertingkat sebagai berikut:

### **2.2.1 Tipe struktur beton bertulang**

Menurut (Hadipratno dkk., 1995) struktur beton bertulang merupakan gabungan dari tulangan baja dan beton yang bergantung dari beberapa faktor, yaitu perbandingan unsur beton, temperatur, kelembaban dan kondisi dari lingkungan. Gaya yang diterima oleh struktur beton bertulang yaitu gaya aksial, momen lentur, gaya geser, momen puntir, atau kombinasi dari gaya-gaya tersebut. Kombinasi-kombinasi yang bekerja antara beton dan baja berdasarkan hal-hal berikut:

- a. Perlekatan antar baja tulangan dengan beton dapat mencegah slip tulangan terhadap beton yang memiliki bahan bersifat monolit (memiliki sifat kesatuan).
- b. Sifat kedap beton yang mencegah proses korosi pada tulangan baja.
- c. Baja dan beton jika memuai akibat panas pada derajat yang sama dapat menandakan bahwa terdapat perbedaan tegangan antara dua permukaan bahan.

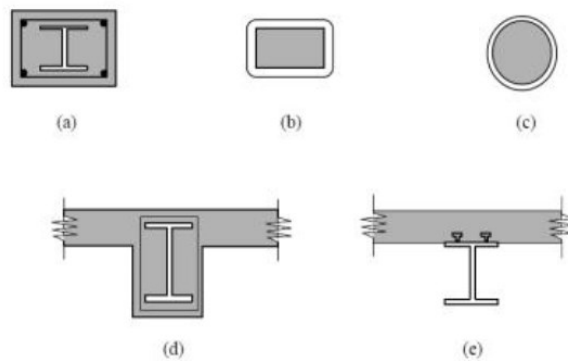
### **2.2.2 Tipe beton prategang**

Beton prategang merupakan beton struktural yang diberi tegangan internal cukup besar dan distribusi tertentu sehingga dapat mengurangi potensi tegangan tarik akibat beban eksternal (ACI 318, 2014).

### **2.2.3 Baja komposit**

Menurut (Putra Alfirdaus dkk., 2019), struktur komposit adalah penggabungan struktur yang terbuat dari dua material atau lebih dan akan menjadi satu kesatuan untuk sifat hasil gabungan yang lebih baik. Berikut contoh struktur baja komposit:

- a. Kolom baja yang dilapisi beton, seperti balok baja (Gambar 2.1 a/d)
- b. Kolom baja yang berisi beton, seperti tiang pancang (Gambar 2.1 b/c)
- c. Balok baja yang menahan slab beton (Gambar 2.1 e)



Gambar 2.1 Tipe Struktur Baja komposit

(Sumber: Putra Alfirdaus dkk., 2019)

## 2.3 Sub Item Pekerjaan pada Proyek

### 2.3.1 Pekerjaan Struktur

Pekerjaan struktur merupakan kegiatan untuk merancang suatu rangka bangunan yang terletak di atas pondasi dan pondasi tersebut memiliki beberapa komponen, yaitu berupa pondasi, sloof, kolom, balok, *joint* balok dan kolom, lantai, dinding maupun tangga (Riztria Adinda & Abdul Malik Ibrahim, 2021). Pekerjaan struktur memiliki beberapa *item* pekerjaan di dalamnya sebagai berikut:

#### 1. Pekerjaan Persiapan

Tahapan awal sebelum melaksanakan pekerjaan pokok pada suatu bangunan konstruksi agar memperoleh suatu hasil perencanaan yang efektif dan dapat mencakup kebutuhan pekerjaan yang diperlukan adalah pekerjaan persiapan (Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil, Gramedia). Pekerjaan ini memiliki detail-detail tahapan sebagai berikut:

- a. Pengamatan pada kondisi sekitar lapangan
- b. Merencanakan *Site Plan (Site Installation)*

- c. Memperkirakan kebutuhan sumber daya
  - d. Pembuatan *Shop Drawing*
  - e. Pengadaan alat dan material
  - f. Pelaksanaan di lapangan
2. Pekerjaan Tanah

Menurut (Asiyanto, 2008), pekerjaan tanah merupakan salah satu pekerjaan pokok pada pembangunan infrastruktur yang sebagian besar kegiatannya adalah galian dan pengurugan atau pemadatan tanah kembali. Kegiatan tersebut diperuntukkan pada pondasi (*Bored Pile*, Poer, dan Sloof), perataan (*cut/fill*), dan galian yang sesuai gambar kerja (LPSE, Jawa Tengah).

a. Galian

Macam-macam galian berdasarkan LPSE, Jawa Tengah adalah sebagai berikut:

- I. Galian tanah biasa yang mencakup semua galian, kecuali galian batu, galian konstruksi atau galian material dan bahan baku lainnya.
- II. Galian batu merupakan pekerjaan penggalian/pembongkaran baebatuan pada daerah galian sesuai dengan teknis.
- III. Galian konstruksi/*obstacle* adalah semua galian, kecuali galian tanah dan batu yang sesuai dengan batas pekerjaan dan gambar rencana. Contohnya adalah galian lantai bangunan, galian pondasi bangunan *existing*, galian perkerasan jalan, galian pipa dan gas serta konstruksi lainnya.

b. Pengurugan dan pemadatan tanah kembali, dibagi menjadi 3 macam yaitu (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016) :

I. Timbunan biasa.

II. Timbunan pilihan, digunakan untuk :

- Lapis penopang (*capping layer*) untuk meningkatkan daya dukung tanah.
- Material timbunan berada di area saluran air yang dimana bahan plastis susah untuk didapatkan.
- Menstabilkan lereng.
- Memperlebar timbunan jika dibutuhkan lereng yang lebih curam karena terbatasnya ruangan.
- Jika kekuatan timbunan sebagai faktor yang kritis.

III. Timbunan pilihan di atas rawa.

### 3. Pekerjaan Pondasi

Pondasi merupakan struktur yang menyalurkan beban bangunan ke tanah. Pekerjaan pondasi dilakukan setelah pekerjaan persiapan selesai dan sebelum pekerjaan lainnya dilaksanakan (Susanti dkk., 2012). Syarat-syarat yang perlu dilakukan dalam menentukan pondasi (Jawat, 2015) :

- a. Menghitung jumlah beban efektif yang akan disalurkan ke tanah di bawah pondasi.
- b. Menghitung nilai kapasitas dukung ijin ( $q_a$ ).
- c. Menentukan tekanan pada dasar pondasi sehingga dapat merancang struktur pondasinya, yaitu dengan menghitung momen-momen lenturnya dan gaya-gaya geser yang terjadi pada pelat pondasi.

#### 4. Pekerjaan Beton

Beton merupakan bahan utama bangunan yang digunakan pada suatu konstruksi. Beton terbentuk dari campuran semen *portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (SNI 2847-2013). Proses pekerjaan beton akan melewati tahap pengecoran dan komponen-komponen yang membutuhkan pekerjaan beton adalah pondasi, sloof, kolom, balok, dan plat lantai.

#### 5. Pekerjaan Struktur Baja

Material baja merupakan material yang banyak digunakan pada konstruksi di Indonesia. Material ini memiliki keunggulan dan juga kekurangan sebagai berikut (Kambu dkk., 2020) :

- I. Keunggulan material baja adalah tingkat kegagalannya lebih rendah daripada beton.
- II. Kekurangan material baja adalah biaya dan pemeliharannya lebih mahal, bahaya terhadap kebakaran, harus dilakukan pengecatan agar tidak korosi, permasalahan tekuk berdasarkan dari kelangsingan penampang.

#### 2.3.2 Pekerjaan Arsitektur

Pekerjaan arsitektur atau *finishing* adalah pekerjaan non struktural meliputi *facade*, pasangan dinding, pintu maupun jendela, lantai, dan *plafond*. Namun pekerjaan ini, dapat menjadi salah satu pemilik biaya terbesar pada suatu konstruksi. Contoh penyebab melonjaknya biaya seperti pada bangunan komersial, yaitu rumah sakit, hotel, *mall*, dan lain-lain (Siahaan, 2015).

Pekerjaan ini juga termasuk sangat penting untuk menilai sisi estetika atau menarik tidaknya sebuah bangunan.

### **2.3.3 Pekerjaan MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*)**

Pekerjaan MEP merupakan salah satu pekerjaan yang penting pada suatu konstruksi untuk menciptakan lingkungan yang aman dan nyaman (Guo dkk, 2013). Pekerjaan ini bertugas untuk menggambar mekanik, melayani penyusunan dan mekanis, serta informasi mengenai peralatan listrik dan pipa (Baig dkk, 2015). Berikut penjabaran lebih lanjut mengenai MEP (*Mechanical, Electrical, Plumbing*):

- a. Bagian *mechanical* umumnya berhubungan dengan *air conditioning*, ventilasi serta sistem perpipaan.
- b. Bagian *electrical* meliputi listrik dan lampu interior maupun eksterior yang kabel-kabelnya direncanakan pada lantai dasar bangunan, di dalam dinding atau di atas plafond.
- c. Bagian *plumbing* cukup penting dalam sebuah bangunan karena mencakup penginstalan pipa untuk menyalurkan air bersih maupun air kotor dan juga dapat mengelola limbah dalam bangunan.

## **2.4 Struktur Bawah Pada Proyek HETI-ITS CWI 01 Gedung Tower 3**

Pada struktur bawah Proyek HETI-ITS CWI 01 Gedung Tower 3 ITS Surabaya memiliki beberapa komponen sebagai berikut:

### **1. Pondasi Tiang Pancang**

Tiang pancang merupakan kegiatan konstruksi yang memancang pondasi, seperti kayu, beton, dan baja pada kedalaman tertentu berfungsi untuk menyalurkan beban secara vertikal di sepanjang poros tiang pancang ke tanah



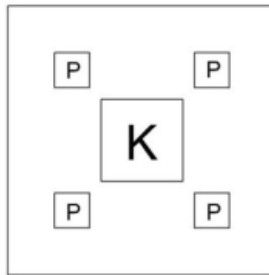
keras (Indah Sari & Winarti, 2022). Pondasi tiang pancang direkomendasikan untuk bangunan yang memiliki beban yang cukup besar karena batang yang cukup panjang dan langsing mengakibatkan beban dapat terdistribusikan dengan baik. Pada proyek ini tipe pondasi tiang pancang yang digunakan adalah *Spunpile* yang dimana tipe pondasi ini berbentuk lingkaran dan memiliki ujung yang runcing. Berikut adalah contoh gambar pondasi tiang pancang:



*Gambar 2.2 Pondasi Tiang Pancang Tipe Spunpile  
(Sumber: Dokumentasi pribadi, 2024)*

## 2. *Pile Cap*

*Pile cap* juga disebut dengan kepala tiang yang berfungsi untuk meneruskan beban yang berada di atasnya, untuk menyalurkan beban tersebut di setiap tiang pancang (Saputro & Koco Buwono, 2013). Berikut gambar *pile cap* dari tampak atas dan tampak samping:



*Gambar 2.3 Sketsa Tampak Atas Pile Cap  
(Sumber: Saputro & Koco Buwono, 2013)*



*Gambar 2.4 Sketsa Tampak Samping Pile Cap  
(Sumber: Saputro & Koco Buwono, 2013)*

### 3. Sloof

Sloof adalah komponen struktural yang terletak di atas pondasi yang berfungsi untuk menyamaratakan beban yang akan diterima pondasi dan juga sebagai penahan dinding jika terjadi pergerakan pada tanah. Sloof dapat menahan gaya tekan, gaya tarik pada bangunan dan juga menolak gaya membungkuk yang diteruskan pada balok sebagai hasil dari beban eksternal, berat sendiri, span, dan reaksi eksternal yang disebut momen lentur (Zakaria Umar, 2016). Contoh gambar sloof sebagai berikut:



*Gambar 2.5 Sloof*

*(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)*

#### 4. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah salah satu komponen dari struktur bangunan yang mempunyai dimensi tertentu sebagai penyalur beban mati dan beban hidup di atasnya (Pratomo & Hudori, 2021). Perencanaan pelat lantai harus diperhitungkan dengan tepat untuk menghindari lendutan, kemiringan, dan keretakan. Acuan perhitungan pelat lantai dapat mengacu pada SNI-2847-2002 (acuan batas lendutan), SNI-1727-2013 (acuan beban hidup), dan PPIUG-1983 (acuan beban mati). Penulangan pelat lantai dapat dipasang dengan beberapa cara, yaitu:

a. Pelat satu arah (*One Way Slab*) adalah pelat yang lebih banyak menahan beban dalam tulangan satu arah. Contoh dari pelat ini meliputi, pelat kantilever dan pelat yang didukung oleh dua tumpuan. Pelat satu arah juga memiliki beberapa jenis, yaitu:

1. Pelat balok satu arah (*One Way Slabs with Beams*) yang cocok diterapkan pada bentang 3-6 meter dengan beban sebesar 3-5 kN/m<sup>2</sup>.

Jika panjang melebihi ketentuan tersebut, maka lendutan yang terjadi bisa lebih tinggi dan menyebabkan biaya yang dikeluarkan lebih banyak.

2. Pelat berusuk satu arah (*One Way Joist Slab*) untuk pelat ini dapat diterapkan dengan panjang bentang 6-9 meter dengan beban hidup sebesar 4-6 kN/m<sup>2</sup>. Volume dari beton yang dibutuhkan lebih rendah tetapi membutuhkan lebih banyak memakan biaya untuk bekisting.
- b. Pelat dua arah (*Two Way Slab*) menurut (Atok dkk., 2018) Pelat dua arah bertumpu pada balok di keempat sisinya dan juga mempunyai rasio bentang panjang dan bentang pendek lebih besar sama dengan satu dan lebih kecil sama dengan dua ( $1 \leq L_y/L_x \leq 2$ ). Sistem pemasangan pelat dua arah juga memiliki beberapa jenis, yaitu:
1. Pelat balok dua arah (*Two Way Slab with Beams*) direkomendasikan pada panjang bentang 6-9 meter dengan beban hidup 2,5-5,5 kN/m<sup>2</sup>. Beban yang bekerja pada pelat tersebut disalurkan ke keempat sisi balok tumpuan, lalu meneruskannya ke kolom.
  2. Pelat berusuk dua arah (*Two Way Ribbed Slab/Waffle Slab*) dapat diterapkan pada panjang bentang 7,5-12 meter dengan beban hidup sebesar 4-7,5 kN/m<sup>2</sup>. Pelat ini umumnya digunakan pada pelat yang memiliki bentang lebar dan beban yang ditumpu cukup berat dengan ketebalan diantara 5-10 cm.
  3. Pelat datar dua arah (*Two Way Flat Slab*) digunakan pada bentang 6-9 meter dengan beban hidup yang ditanggung berkisar 2,5-4,5 kN/m<sup>2</sup> dan hanya dengan dukungan kolom tanpa balok.

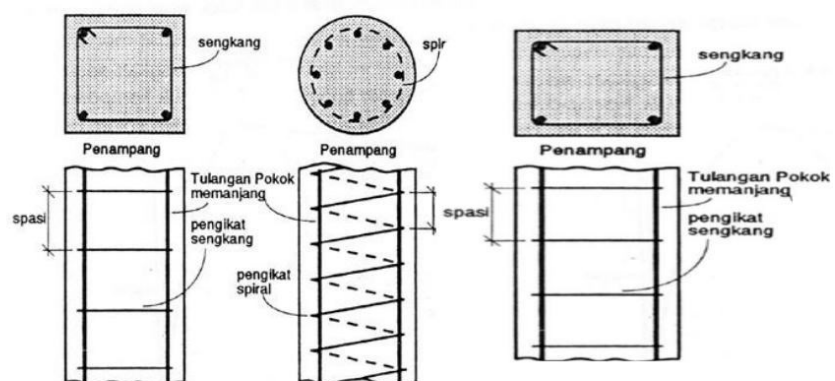
4. Pelat lantai dua arah (*Two Way Flat Slab*) diterapkan pada panjang 6-7,5 meter dengan beban hidup yang ditanggung sebesar 2,5-4,5 kN/m<sup>2</sup>. Pelat ini hampir sama dengan *flat slab* tetapi yang menjadi pembedanya adalah tidak menggunakan panel.

## 5. Kolom

Kolom merupakan elemen struktur tekan yang sangat penting pada suatu bangunan, sehingga perencanaan penempatan kolom harus dilakukan secara teliti untuk mencegah adanya kegagalan struktur. Beban-beban yang ditahan oleh kolom seperti beban aksial tekan serta momen lentur dari balok dan pelat lantai. Maka dari itu, kolom mampu menahan beban aksial dengan ataupun tanpa momen lentur (Oberlyn Simanjuntak & Putera Harefa, 2021).

Berdasarkan bentuk dan susunannya, kolom terdapat 3 jenis yaitu:

- Kolom berbentuk segi empat dengan tulangan memanjang dan sengkang.
- Kolom bulat dengan tulangan dan sengkang berbentuk spiral.
- Kolom komposit merupakan gabungan dari beton dan baja.



Gambar 2.6 Jenis-jenis Kolom

(Sumber: Dipohusudo, 1994)