

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. BANGUNAN BERTINGKAT

Sebuah bangunan yang secara vertikal memiliki lantai yang jumlahnya lebih dari satu disebut sebagai bangunan bertingkat, pembangunannya didasari adanya keterbatasan tanah yang ada sementara berbagai macam kesibukan memiliki permintaan ruang yang semakin tinggi. Apabila jumlah lantai dibangun semakin banyak, maka semakin tinggi pula efisiensi lahan perkotaan, hal tersebut berpengaruh terhadap meningkatnya daya tampung suatu kota. Sejalan dengan hal tersebut juga diperlukan tingkat perencanaan dan perancangan kompleks yang menyertakan berbagai disiplin ilmu. Bangunan bertingkat digolongkan menjadi dua, yaitu bangunan bertingkat tinggi dan bangunan bertingkat rendah. Penggolongan tersebut berlandaskan pada persyaratan teknis dalam struktur bangunan. Bangunan dapat disebut bangunan tinggi apabila memiliki tinggi lebih dari 40 meter karena memiliki perhitungan struktur yang kompleks. Berdasarkan banyak lantainya, bangunan bertingkat digolongkan menjadi tiga, yaitu bangunan bertingkat rendah yang memiliki dua hingga empat lantai, bangunan berlantai banyak yang memiliki 5 hingga 10 lantai, serta bangunan pencakar langit. Penggolongan tersebut berdasar pada sistem suatu struktur serta persyaratan sistem lainnya yang wajib terpenuhi dalam berdirinya suatu bangunan (Supriatna N, 2012).

2.2. STRUKTUR GEDUNG

Sebuah gedung dapat berdiri dikarenakan adanya struktur bangunan. Sistem struktur dengan aman dan efektif memikul beban yang bekerja pada bangunan dan mengarahkannya melalui pondasi ke tanah. Beban yang mempengaruhi bangunan terdiri dari beban vertikal dan horizontal, perbedaan suhu, getaran, dll (Departemen Pekerjaan Umum, 2005).

2.2.1. STRUKTUR BAWAH

Struktur bawah merupakan bagian dari struktur gedung yang posisinya terletak didalam tanah. Menahan beban yang berasal dari struktur atas dan dipindahkan kedalam tanah keras menjadi fungsi utama sebuah struktur bawah. Struktur bawah terdiri dari pondasi dan dudukan beton atau disebut pile cap.

Struktur bawah tidak boleh mengalami kegagalan terlebih dahulu dibandingkan struktur atas karena struktur ini memikul beban-beban dari struktur di atasnya. Beban yang ada berupa beban mati atau DL, beban hidup hidup atau LL, beban gempa atau E, dan lainnya. Kesalahan perhitungan struktur bawah dapat mengakibatkan keruntuhan suatu bangunan pada struktur di atasnya sehingga menghasilkan dampak yang fatal bagi pemiliknya (Putri, 2019).

2.2.1.1. PONDASI

Dasar-Dasar Pemilihan Jenis Pondasi

Dalam menentukan jenis pondasi terdapat hal-hal yang wajib diperhatikan:

1. Kondisi tanah yang akan diberi pondasi
 - a. Pondasi dangkal dipilih apabila posisi tanah keras ada di permukaan tanah atau 2 hingga 3 meter di dalam tanah.
 - b. Pondasi tiang mini pile atau tiang apung memiliki fungsi untuk memperbaiki tanah. Pondasi ini dipilih apabila posisi tanah keras berada hingga 10 meter di bawah permukaan.
 - c. Pondasi tiang pancang dan tiang bor dipilih apabila posisi tanah keras berada hingga 20 meter di bawah permukaan dan tidak terjadi penurunan.
 - d. Pondasi kaisan terbuka tiang baja atau tiang yang dicor di tempat dipilih apabila posisi tanah keras berada hingga 30 meter di bawah permukaan.
 - e. Pondasi tiang baja dan beton yang dicor di lokasi dipilih apabila posisi tanah keras berada hingga 40 meter di bawah permukaan.

2. Batasan akibat konstruksi yang berada di atas (upper structure)

Kondisi pada struktur atas perlu diperhatikan saat memilih jenis pondasi seperti kegunaan bangunan, pemakaian jenis bahan bangunan, dan besaran ijin penurunan pondasi.

3. Faktor lingkungan

Suatu kondisi lingkungan yang mempengaruhi suatu konstruksi dapat disebut sebagai faktor lingkungan. Suatu daerah padat penduduk akan terganggu apabila sebuah konstruksi dibangun menggunakan pondasi tiang pancang.

4. Waktu pekerjaan

Kepentingan umum menjadi hal yang dipertimbangkan dalam menentukan waktu pekerjaan. Pada jalan raya di dalam kota padat perlu mempertimbangkan alat berat untuk pemancangan agar tidak kemacetan.

5. Biaya

Besar rencana anggaran biaya harus dipertimbangkan tanpa melupakan kekuatan dari pondasi yang digunakan supaya konstruksi bisa aman berdiri.

Jenis pondasi berdasarkan kedalaman

1. Pondasi Dangkal

- **Pondasi Batu Kali**

Suatu konstruksi yang tidak berat seperti membuat pagar, pembangunan rumah sederhana satu lantai dapat menggunakan pondasi batu kali yang dipasang secara menerus. Umumnya semua beban yang ada pada bangunan dipikul dinding dan kolom lalu disalurkan menuju tanah melalui pondasi sepanjang dinding.

- **Pondasi Telapak**

Bangunan bertingkat yang jumlahnya tidak banyak dan daya dukung tanahnya tidak jelek dapat menggunakan pondasi telapak beton bertulang.

2. Pondasi dalam

Menurut Hardiyatmo (2015:77-78) berbagai jenis pondasi dalam banyak digunakan saat ini. Dalam menggunakan pondasi harus disesuaikan dengan lapisan tanah, besaran beban, lokasi serta kondisi yang ada di lingkungan. Pengelompokan tiang menurut metode pelaksanaan yaitu:

- a. **Tiang pancang (*driven pile*)** merupakan tiang yang cara pemasangannya dilakukan dengan mencetak tiang berbentuk bujur sangkar/bulat memanjang terlebih dulu lalu ditekan/dipancang masuk ke dalam tanah.
- b. **Tiang bor (*drilled shaft*)** merupakan tiang yang cara pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu hingga mencapai kedalaman tertentu dan dilanjutkan memasukkan tulangan baja lalu diisi beton.
- c. **Kaison (*caisson*)** adalah suatu pondasi cetak yang memiliki bentuk silinder atau kotak yang cara pemasangannya dilakukan dengan memasukkan pada kedalaman tertentu lalu diisi beton. Tiang bor berdiameter besar juga bisa disebut sebagai Kaison.

Pembangunan Myze Hotel menggunakan pondasi tiang pancang dengan total panjang berkisar antara 32-37 meter. Pondasi ini terdiri dari pancang (*spun pile*) dan *pile cap*.

Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang merupakan komponen struktur yang berasal dari beton, baja atau kayu dimana berfungsi melanjutkan(menyebarkan) beban yang ada di permukaan menuju lapisan tanah yang lebih dalam(Bowles, 1991).

Apabila tanah pada dasar bangunan tidak memiliki daya dukung (*bearing capacity*) maka digunakan pondasi tiang pancang agar mampu menerima beban kerja dan bangunan yang ada (Sardjono HS, 1988). Pondasi tiang pancang juga dapat digunakan apabila tanah memiliki daya dukung yang cukup untuk menerima beban

kerja dan bangunan dari permukaan hingga berada pada kedalaman lebih dari 8 meter (Bowles, 1991).

Mentransfer atau memindahkan beban dari struktur atas menuju lapisan tanah keras menjadi fungsi utama pondasi tiang pancang. Umumnya pemancangan dilakukan dengan posisi tegak lurus pada tanah namun ada juga yang dipancang dalam posisi miring atau *battle pile* agar gaya horizontal yang bekerja dapat ditahan. Pada pembangunan dermaga sering ditemui pemancangan dengan posisi miring karena adanya tekanan ke samping dari perahu dan kapal. Perencanaan dan alat yang digunakan menjadi penentu besaran sudut kemiringan pada sebuah tiang pancang.

2.2.1.2. PILE CAP

Satu atau beberapa pondasi tiang disatukan oleh pile cap agar terhubung pada struktur di atasnya seperti kolom. Beban yang disalurkan oleh kolom disebarkan pada tiang pancang oleh pile cap yang memiliki beragam bentuk. Bentuk pile cap dapat berbeda bergantung pada banyaknya tiang pancang yang direncanakan dalam satu pile cap (Saputro & Koco Buwono, 2013).

2.2.2. STRUKTUR ATAS

Sebuah struktur bangunan yang berfungsi meneruskan beban yang terjadi akibat adanya sebuah bangunan di atas permukaan menjadi komponen dari struktur bangunan. Struktur juga berfungsi untuk mendukung dan menopang kekakuan serta kekuatan suatu bangunan agar bangunan tersebut terhindar dari keruntuhan. Beban yang bekerja pada bangunan juga disalurkan ke dalam pondasi oleh struktur (Abdillah, 2021).

2.2.2.1. SLOOF

Sloof adalah sebuah bagian dari struktur bangunan baik gedung bertingkat maupun rumah tinggal yang posisinya terletak di atas pondasi. Sloof umumnya berada pada gedung atau bangunan dimana terletak di lantai dasar. Sloof sangat dibutuhkan dalam suatu bangunan meskipun bentuknya tidak terlihat.

Supaya sebuah dinding tidak mengalami penurunan/pergerakan yang dapat menghasilkan retak serta dapat berdiri dengan kuat diperlukan sloof sebagai pemikul beban dinding. Sloof memiliki fungsi pada gedung bertingkat maupun rumah tinggal sebagai berikut:

1. Mengikat kolom
2. Gaya beban dinding tersalurkan dengan rata pada pondasi
3. Memikul gaya pada beban dinding
4. Menjadi balok penahan yang disalurkan dari pondasi berupa gaya reaksi tanah.

2.2.2.2. PELAT

Pelat adalah komponen pertama struktur yang mendapatkan beban layan sebelum beban tersebut disalurkan pada komponen struktur yang lain. Menopang secara langsung tumpuan beban atau beban menjadi fungsi utama sebuah komponen pelat (Nasution, 2009).

- Pelat 1 arah

Pelat 1 arah terdiri dari satu sisi pendek dan sisi lain panjang, dapat disebut sebagai pelat sederhana apabila ditumpu pada dua ujung. Disebut sebagai pelat menerus apabila ditumpu lebih dari dua tumpuan pada sisi memanjang (Koa, 2009).

- Pelat 2 arah

Pelat 2 arah tersusun dari panel beton bertulang apabila dibandingkan lebar dan panjang kurang dari 2 (Nasution, 2009). Dalam menghitung momen lentur di setiap arah

ditentukan dari tipe tumpuannya. Sendi elastis atau terjepit penuh, tumpuan bebas atau tidak ditumpu biasanya menjadi tumpuan di setiap sisi pelat (Budiadi, 2008).

2.2.2.3. BALOK

Balok adalah sebuah komponen vertikal dari sebuah struktur rangka dimana memiliki fungsi untuk melanjutkan seluruh beban komponen menuju pondasi (Koa, 2009).

Disebutkan pada pasal 7.13.2.2, SNI 2847: 2013 bahwa balok yang berada sejauh perimeter struktur mesti mempunyai tulangan menerus yang lebih panjang daripada bentang dimana melewati area yang dipisah oleh tulangan longitudinal di kolom dimana terdiri dari (a) dan (b):

- (a) untuk momen negatif di tumpuan diperlukan minimal seperenam tulangan tarik, namun batang tulangannya tidak kurang dari dua;
- (b) untuk momen positif di tengah bentang diperlukan minimal seperempat tulangan tarik, batang tulangannya tidak kurang dari dua.

2.2.2.1. KOLOM

Kolom merupakan sebuah elemen struktur yang memiliki rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi tiga yang dipakai untuk menahan beban tekan aksial. Menurut SNI 2847: 2013, pasal 8.10 disebutkan bahwa suatu kolom pada semua atap atau lantai harus direncanakan menahan gaya aksial dari beban terfaktor serta atap atau lantai bersebelahan yang ditinjau juga ditinjau momen maksimum dari beban terfaktornya. Peninjauan juga harus dilakukan pada rasio momen maksimum yang terjadi terhadap beban aksial yang menjadi kondisi pembebanan (2847:2013 SNI, 2013).

Komponen-komponen struktur yang berhubungan secara langsung dengan kolom akan mengalami dampak seperti keruntuhan apabila terjadi kegagalan kolom. Biasanya keruntuhan atau kegagalannya komponen desak tidak diawali oleh sebuah peringatan atau memiliki sifat

yang mendadak. Maka dari itu, perencanaan perhitungan harus dilakukan dengan cermat, cadangan kekuatan pada kolom harus lebih tinggi dibandingkan struktur lainnya. Selain beban aksial vertikal, kolom juga menerima momen lentur. Maka dari itu diperlukan perhitungan analisa kolom yang berfungsi untuk menahan beban aksial desak yang memiliki eksentrisitas tertentu (Nasution, 2009).

2.3. STRUKTUR BETON

2.3.1. STRUKTUR BETON KONVENSIONAL

Sebuah konstruksi beton yang seluruh komponennya dilakukan di area proyek atau di cor di lokasi disebut konstruksi beton konvensional. Pekerjaan yang dilakukan seperti menyusun bekisting, merakit tulangan dan pengecoran dilaksanakan di area proyek terdapat keunggulan dan kelemahan beton menurut Ervianto pada buku Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi (2006):

Keunggulan :

- a. Umum dan mudah dikerjakan di lapangan
- b. Dapat dibentuk dan disesuaikan dengan bermacam-macam penampang
- c. Relatif umum dan mudah dalam perhitungannya
- d. Sifatnya monolit atau terikat penuh untuk sambungan kolom, balok dan pelat lantai.

Kelemahan :

- a. Biaya lebih mahal karena tenaga kerja yang diperlukan lebih banyak.
- b. Bekisting yang digunakan lebih banyak.
- c. Pengerjaannya berurutan dan saling tergantung sehingga selesai lebih lama.
- d. Dipengaruhi oleh cuaca. Pengecoran tidak dapat dilakukan apabila terjaid hujan.

2.3.2. STRUKTUR BETON PRACETAK

Sebuah konstruksi beton yang seluruh komponennya dicetak di suatu tempat dan tidak berada di area proyek hingga hasil akhirnya akan dipasangkan pada konstruksi disebut teknologi beton pracetak. Umumnya beton pracetak diproduksi di sebuah pabrik secara massal dengan ukuran dan bentuk bervariasi sesuai permintaan pemesan. Karena cetakan yang digunakan terbuat dari pelat baja dan dapat digunakan +80 kali menjadikan harga produksi beton pracetak lebih mahal.

Keunggulan :

- a. Dengan menggunakan beton pracetak proses pengerjaan menjadi lebih cepat sehingga bangunan dapat segera digunakan.
- b. Di pabrik telah dilakukan quality control sehingga tuntutan mutu pada pekerjaan proyek dapat ditingkatkan.
- c. Persyaratan metode pracetak adalah menggunakan lebih banyak peralatan dan terkendali tanpa banyaknya pengaruh tenaga kerja, sehingga tenaga kerja manusia yang digunakan dapat dikurangi.

Kelemahan :

- a. Dalam proses transportasi dapat menimbulkan kerusakan pada beton.
- b. Untuk memindahkan elemen konstruksi memerlukan peralatan dan kapasitas yang baik.
- c. Pada sambungan memerlukan perencanaan yang lebih detail.
- d. Gudang yang dibutuhkan lebih luas
- e. Tidak memungkinkan adanya perubahan struktur baik selama pelaksanaan maupun masa yang akan datang
- f. Jadwal pekerjaan pemasangan di lapangan atau Erection Programmed dapat rusak apabila terdapat kerusakan

2.4. STRUKTUR BAJA

Struktur Baja merupakan suatu struktur bangunan yang komponen utamanya terdiri dari baja. Menurut Eva Arifi dan Desy Setyowulan dalam buku Perencanaan Struktur Baja Berdasarkan SNI 1729:2020, material baja memiliki beberapa keunggulan yang yang dapat dijadikan sebagai dasar pemilihan elemen struktur (SNI, 1729:2020) diantaranya:

- a. Berat dan ukuran struktur dapat berkurang karena baja memiliki kekuatan yang tinggi.
- b. Dibandingkan beton material penyusun baja lebih seragam.
- c. Tingkat elastisitas tinggi dan sesuai dengan hukum Hooke. Perhitungan momen inersia dari baja dapat dilakukan secara akurat.
- d. Daktilitas tinggi, dimana daktilitas adalah kemampuan material dalam menahan deformasi yang besar tanpa terjadinya keruntuhan dengan tegangan tarik yang tinggi. Pada pengujian tarik, daktilitas diperoleh dari persentase perpanjangan dibagi dengan panjang *gage* atau persen penurunan dari luasan.
- e. Kekerasan (*toughness*) adalah kemampuan dari material untuk meresap energi dengan jumlah yang tidak sedikit. Struktur baja merupakan material yang kuat karena memiliki kekuatan dan daktilitas yang tinggi. Ketika suatu baja dibebani sampai mengalami deformasi yang besar, tetap akan bisa menahan gaya yang besar. Karakteristik ini sangat penting karena baja dapat mengalami deformasi yang besar selama fabrikasi dan ereksi tetapi tidak mengalami kerusakan.
- f. Mudah dipasang atau digabungkan dengan struktur yang sudah ada sehingga mempercepat waktu pelaksanaan konstruksi.

Material baja juga memiliki beberapa kelemahan yang harus diperhatikan karena dapat menyebabkan penurunan kekuatan struktur. Kelemahan tersebut diantaranya:

- a. Mudah mengalami korosi apabila terpapar dengan udara dan air secara langsung sehingga harus diberikan perlakuan khusus misalkan dicat secara periodik.

- b. Terdapat biaya tambahan untuk pemberian lapisan tahan api (*fireproofing*) karena baja merupakan material penghantar panas yang sangat baik. Jika terpapar oleh api atau berada pada suhu tinggi, maka kekuatannya akan mengalami penurunan secara drastis.
- c. Mudah mengalami tekuk, terutama untuk struktur batang tekan. Oleh karena itu, jika dipakai sebagai material kolom, maka perlu diberikan tambahan pengaku baja untuk mencegah tekuk tersebut.
- d. Sifat lelah (*fatigue*) harus dipertimbangkan untuk elemen struktur dan sambungannya yang menahan beban perulangan.
- e. Keruntuhan akibat getas, dimana pada kondisi tertentu sifat daktilitas baja dapat hilang dan terjadi *brittle failure* pada bagian yang mempunyai konsentrasi tegangan yang tinggi.