

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengenalan *Outrigger*

Outrigger adalah suatu struktur horizontal kaku yang didesain untuk meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur dengan menghubungkan inti bangunan ke kolom terluar. (Hi Sun Choi, 2012)

Menurut Hi Sun Choi (2012), inti dalam menggunakan *outrigger* pada bangunan yaitu:

1. Menggunakan *outrigger* untuk menghubungkan kolom terluar dapat meningkatkan ketahanan terhadap gaya ke atas dan ke bawah sehingga dapat dengan signifikan mengurangi guling bangunan.
2. Membangun *outrigger* dapat mengurangi pergeseran arah lateral, pergeseran lantai, dan periode bangunan.
3. *Outrigger* dapat dihubungkan dari pusat bangunan ke kedua sisi kolom terluar atau dapat juga menghubungkan pusat bangunan yang terletak pada satu sisi ke kolom di sisi yang lainnya.

Penjelasan dari tingkah laku *outrigger* ini simpel, karena *outrigger* berperan sebagai lengan pengaku ke kolom terluar, ketika pusat inti bangunan mengalami kemiringan, hal ini akan menyebabkan rotasi pada *outrigger* dan kolom terluar akan bekerja menahan pergerakan dari pusat inti bangunan. (Hi Sun Choi, 2012)

2.2 Keuntungan Penggunaan Outrigger

Menurut Hi Sun Choi (2012), keuntungan dari menggunakan sistem *outrigger* yaitu:

1. Mengurangi deformasi

Suatu bangunan tinggi yang menggunakan *outrigger* dapat mengurangi gaya momen yang terjadi pada inti bangunan sampai 40 persen dibandingkan dengan hanya kantilever.

2. Efisiensi

Dengan menggunakan *outrigger*, jumlah material yang dipakai untuk inti bangunan dapat dikurangi hanya dengan menambah sedikit material pada *outrigger* dan kolom.

3. Gaya pada pondasi

Dengan menyebarkan gaya guling yang terjadi di pondasi, dapat mengurangi kebutuhan gaya geser, lentur, dan gaya angkat pada pondasi.

4. Mentransfer gaya gravitasi

Penggunaan *outrigger* dapat mengurangi perbedaan penyusutan antar kolom atau antara kolom dan inti bangunan sehingga dapat mengurangi kemiringan pada lantai.

5. Kekakuan torsional

Belt truss yang dipasang pada kolom terluar dapat meningkatkan kekakuan torsional.

6. Mengurangi keruntuhan tidak proporsional

Untuk proyek yang membutuhkan pertimbangan apabila suatu bagian struktur mengalami kegagalan, *outrigger* dapat memberikan alternatif dalam penyaluran gaya.

7. Kebebasan arsitektural

Dengan menggunakan sistem *outrigger*, kolom terluar tidak perlu dibuat terlalu rapat atau terlalu besar untuk memenuhi kebutuhan estetika.

2.3 Pertimbangan dalam Menggunakan *Outrigger*

Menurut Hi Sun Choi (2012), untuk bangunan dengan aspek rasio lebar ke tinggi delapan atau lebih, sudah cukup besar untuk mempertimbangkan penggunaan *outrigger*.

Ketika *outrigger* langsung atau konvensional tidak dapat digunakan karena keterbatasan ruang, *outrigger* tidak langsung atau *belt truss* sistem dapat digunakan. (Hi Sun Choi, 2012)

Dengan menghubungkan lebih banyak kolom terluar dengan *outrigger*, struktur akan semakin kaku dan akan semakin banyak menyalurkan momen dari inti bangunan ke kolom terluar dan akan semakin baik dalam menyalurkan momen pada pondasi. (Hi Sun Choi, 2012)

2.4 Menentukan Lokasi Ketinggian *Outrigger*

Semakin banyak jumlah *outrigger*, akan semakin besar kemungkinan struktur untuk menahan momen sehingga perpindahan dapat mengecil. Sebaliknya, terlalu sedikit *outrigger* untuk meminimalisir jumlah yang digunakan dan mengikutsertakan lebih sedikit lantai yang tidak tipikal akan menyebabkan member

yang dipakai menjadi sangat berat dan biaya pemasangan bertambah. Untuk itu perlu dipertimbangkan biaya dan keuntungannya. (Hi Sun Choi, 2012)

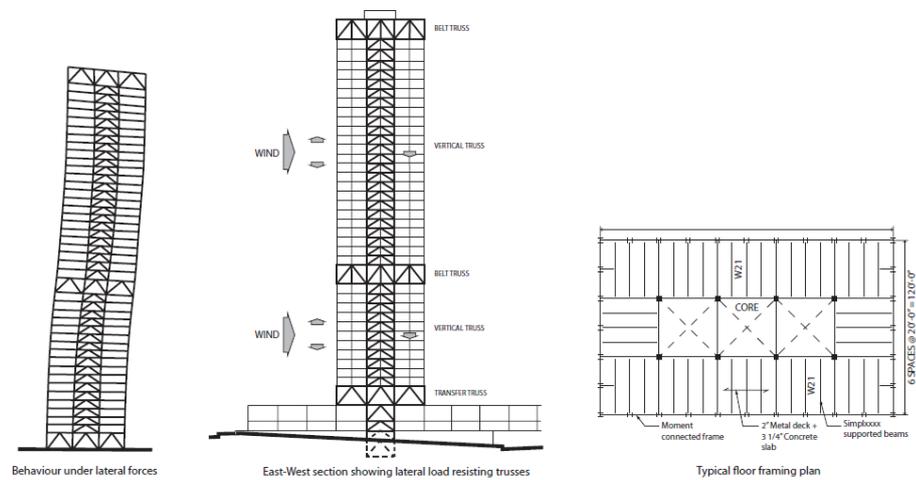
Smith & Coull 2007 (dalam Hi Sun Choi, 2012) menerangkan bahwa untuk performa yang optimum dari suatu struktur dengan “n” jumlah *outrigger*, dapat diletakkan pada ketinggian $1/(n+1)$ sampai $n/(n+1)$ dari ketinggian struktur.

2.5 Contoh Penerapan *Outrigger*

2.5.1 U.S. Bank Center (formerly First Wisconsin Center)



Gambar 2. 1 U.S. Bank Center
(Sumber: Hi Sun Choi, 2012)



Gambar 2. 2 Struktur diagram *U.S. Bank Center*

(Sumber: Hi Sun Choi, 2012)

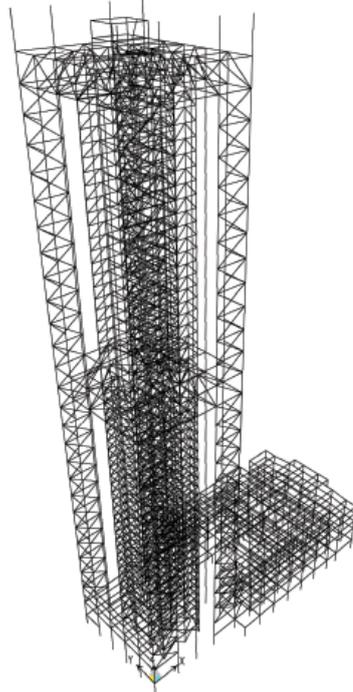
Insinyur melaporkan perkuatan gaya lateral yang terjadi mencapai 30 persen dengan penggunaan *outrigger* dan *belt truss* ini. (Hi Sun Choi, 2012)

2.5.2 New York Times Tower



Gambar 2. 3 *New York Times Tower*

(Sumber: Hi Sun Choi, 2012)



Gambar 2. 4 Sistem lateral *New York Times Tower*
(Sumber: Hi Sun Choi,2012)

Sistem ini memungkinkan untuk distribusi gaya gravitasi antara inti dan kolom terluar. Ada fitur unik pada desain ini yang disebut “*thermal outriggers*” yang mendistribusikan tegangan kolom. (Hi Sun Choi, 2012)

2.6 Pelat

Pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang atau lebar bidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. (Ali Asroni, 2010)

2.7 **Balok**

Balok adalah komponen struktur yang utamanya menahan lentur dan geser dengan atau tanpa gaya aksial atau torsi. Balok dalam rangka momen yang merupakan bagian dari sistem penahan gaya lateral umumnya komponen horizontal. Gelagar adalah balok. (SNI 2847, 2019)

2.8 **Kolom**

Kolom adalah komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Kolom yang digunakan sebagai Bagian sistem rangka pemikul beban lateral menahan kombinasi beban aksial, momen dan geser. (SNI 2847, 2019)

2.9 **Dinding Geser**

Dinding adalah komponen struktur yang didesain menahan beban aksial, beban lateral atau keduanya dimana rasio panjang arah horizontal terhadap ketebalannya lebih besar dari 3, digunakan untuk melingkupi atau memisahkan ruang. (SNI 2847, 2019)

2.10 **Beban**

Beban adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghunian dan barang-barangnya yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan, dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi. (SNI 1727, 2013)

2.10.1 Beban hidup

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati. (SNI 1727, 2013)

2.10.2 Beban mati

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran. (SNI 1727, 2013)

2.10.3 Beban angin

Beban angin ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. (PPPURG, 1987)

2.10.4 Beban gempa

Beban gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang meniru pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan dalam analisis dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu. (PPPURG, 1987)