

Modifikasi Struktur Apartemen Kingland Avenue Menggunakan *Eccentrically Braced Frames* (EBF)

M. Hilmy Prasetyo, Heppy Kristijanto, dan Aniendhita Rizki Amalia
Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: heppy@ce_its.ac.id

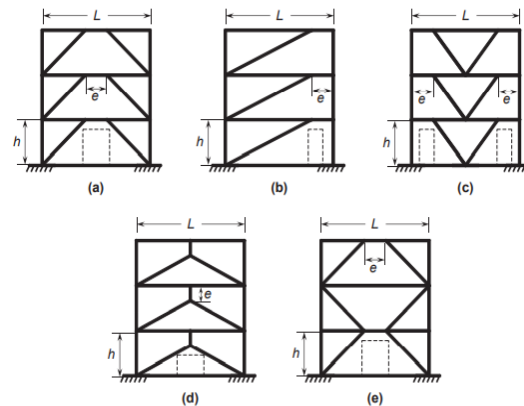
Abstrak—Menurut lapangan usahanya, terdapat empat lapangan usaha utama yang menopang perekonomian Kota Tangerang Selatan pada tahun 2020, dan yang terbesar adalah konstruksi. lapangan usaha Real Estate memberikan kontribusi terbesar sebagai penopang utama perekonomian dengan nilai 18,52 persen. Dengan alasan tersebut maka dibangunnya Apartemen Kingland Avenue Tower Fritz. Pada studi ini struktur Apartemen Kingland Avenue Tower Fritz yang awalnya menggunakan struktur beton bertulang dimodifikasi menjadi struktur baja beton komposit dalam sistem *Eccentrically Braced Frames* (EBF), agar gedung memberikan respon yang lebih baik terhadap gempa. Peraturan-peraturan yang menjadi acuan dalam perencanaan modifikasi adalah SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, PPPURG 1987, dan SNI 03-1729-2002. Dari hasil analisa dan hasil perhitungan, didapatkan hasil perencanaan tebal pelat lantai dek baja gelombang adalah 11 mm. Dimensi balok anak menggunakan WF 450 x 200 x 9 x 14, WF 400 x 200 x 7 x 11, WF 350 x 175 x 7 x 11. Dimensi balok induk memanjang WF 500 x 300 x 11 x 18, balok induk melintang WF 500 x 200 x 11 x 19. Dimensi balok diluar link serta link memanjang WF 500 x 300 x 11 x 18 dan melintang WF 500 x 200 x 11 x 19. Bresing menggunakan WF 350 x 350 x 14 x 22. Kolom menggunakan CFT 800 x 800 x 80, CFT 700 x 700 x 28, CFT 600 x 600 x 28, CFT 550 x 550 x 28, dan CFT 500 x 500 x 25. Dimensi kolom beton 1400 mm x 1400 mm, dengan dinding basement ketebalan 25 cm, pelat lantai basement ketebalan 25 cm, dan dimensi sloof 450 mm x 600 mm. Pondasi menggunakan spun pile D60 dengan kedalaman pancang hingga 32,225 m.

Kata Kunci—Komposit, EBF, Gempa, Modifikasi Struktur.

I. PENDAHULUAN

KOTA Tangerang Selatan memiliki potensi menjadi salah satu kota strategis pada sektor ekonomi di sekitar ibukota Negara. Hal ini didukung dengan posisi Kota Tangerang Selatan yang secara geografis menghubungkan Provinsi Banten dengan Provinsi DKI Jakarta dan Provinsi Jawa Barat. Menurut lapangan usahanya, terdapat empat lapangan usaha utama yang menopang perekonomian Kota Tangerang Selatan pada tahun 2020, yaitu lapangan usaha Real Estate, Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda Motor, dan Konstruksi. Lapangan usaha Real Estate memberikan kontribusi terbesar sebagai penopang utama perekonomian dengan nilai 18,52 persen.

Apartemen merupakan salah satu bentuk dari usaha Real Estate, yang menjadikannya sebagai salah satu penopang utama perekonomian Kota Tangerang Selatan. Tentunya struktur apartemen yang dibangun harus tahan gempa agar tidak adanya korban jiwa seandainya terjadi gempa, dikarenakan Indonesia termasuk dalam wilayah yang rawan terhadap gempa. Indonesia berada dipertemuan tiga lempeng, yaitu Eurasia,

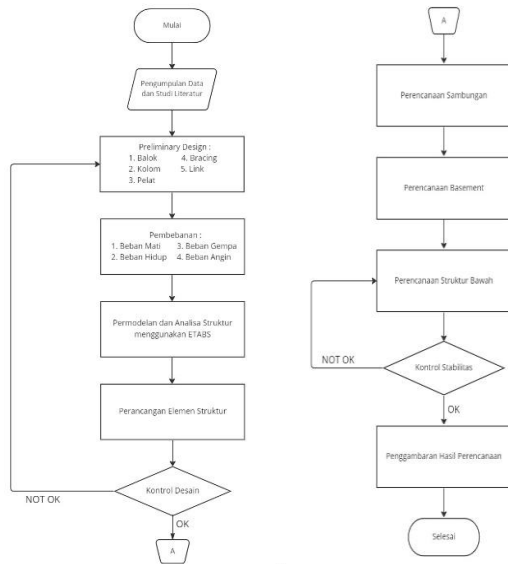


Gambar 1 Konfigurasi EBF.

Pasifik, dan Indo-Australia yang dapat saling bertubrukan dan berujung dengan terjadinya gempa tektonik. Untuk meminimalisir kerusakan bangunan yang terjadi akibat gempa, terdapat beberapa kriteria dasar yang harus terpenuhi, yaitu struktur bangunan harus mempunyai kekakuan yang cukup, distribusi massa, kekakuan dan kekuatan disepanjang tinggi bangunan yang seragam dan menerus, serta elemen-elemen vertikal dari struktur kolom harus dibuat lebih kuat dari elemen-elemen horizontal balok agar sendi plastis terbentuk terlebih dahulu pada balok, atau yang disebut strong column – weak beam [1].

Apartemen Kingland Avenue Tower Fritz terdiri dari 32 lantai yang strukturnya berbentuk huruf L. Struktur bangunan ini menggunakan beton bertulang serta menggunakan *shearwall* di sekitar tangga dan lift. Struktur bangunan yang menggunakan beton bertulang mengakibatkan massa bangunan menjadi besar sehingga gaya gempa yang diterima oleh bangunan juga besar. Selain itu elemen struktur yang besar juga mempengaruhi luas ruangan karena dimensinya yang terlalu besar. Kedua permasalahan ini dapat diatasi dengan mengubah struktur bangunan menggunakan baja serta penambahan bresing, dikarenakan model struktur baja menggunakan bresing dapat menggunakan dimensi kolom dan balok yang lebih kecil dari model struktur portal open frame beton bertulang karena kualitas bahan yang lebih baik dan daktilitas baja yang tinggi [2].

Bresing yang direncanakan pada tugas akhir ini adalah *Eccentrically Braced Frames* (EBF). Pada awal 1970-an, sistem baja baru yang disebut *Eccentrically Braced Frames* (EBF) diusulkan di Jepang oleh Fujimoto dkk. 1972, dan Tanabashi dkk. 1974. EBF menggabungkan kekakuan tinggi dan daktilitas tinggi. EBF menghilangkan energi seismik



Gambar 2. Diagram Alir.

Tabel 1. Rekapitulasi Perhiungan Pelat Lantai

Lokasi Pelat	Tebal Pelat (mm)	Tulangan Negatif (mm)
Atap	110	Ø6 - 250
Ruang Hunian	110	Ø7 - 200
Lobi dan Koridor	110	Ø8 - 200

melalui leleh geser atau lentur pada segmen kecil di balok yang disebut *link*. EBF menyalurkan gaya aksial pada bresing kepada kolom atau *link*. Secara arsitektural, EBF lebih banyak memberi keleluasan dibandingkan dengan *Concentrically Braced Frames* (CBF). *Link* pada EBF berfungsi untuk mendisipasi energi akibat gempa agar bangunan tetap stabil [3].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Eccentrically Braced Frames (EBF)

Eccentrically Braced Frame (EBF) adalah suatu sistem struktur yang menggabungkan kekakuan yang tinggi dengan daktilitas serta disipasi energi yang tinggi. EBF pertama kali diperkenalkan pada tahun 1970an dan ramai digunakan pada gedung bertingkat tinggi. Elemen penting dari suatu sistem EBF adalah *link*, yang berfungsi untuk mendisipasi energi seismik. *Link* adalah elemen struktur terlemah dan didesain untuk memberikan respon inelastik ketika terjadi gempa agar terjadinya leleh akibat geser maupun lentur. Jenis leleh yang terjadi pada *link* bergantung pada panjangnya, yang dimana jika *link* pendek akan mengalami leleh akibat gaya geser, sementara *link* panjang akan mengalami leleh akibat gaya lentur. Elemen struktur yang lain memberikan respon elastik dan didesain berdasarkan kapasitas desain agar tetap elastis ketika terjadi gempa [4]. Berbagai macam konfigurasi EBF dapat dilihat pada gambar 1.

B. Struktur Komposit

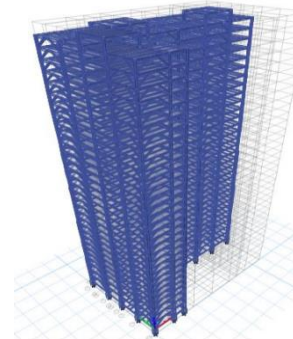
Struktur Komposit terbuat dari dua bahan yaitu baja

Tabel 2. Rekapitulasi Perhiungan Balok Anak

Lokasi Balok	Profil Balok	Shear Connector (mm)
Atap	WF 450 x 200 x 9 x 14	D22 - 150
Ruang Hunian	WF 450 x 200 x 9 x 14	D22 - 150
Lobi dan Koridor	WF 450 x 200 x 9 x 14	D22 - 150

Tabel 3. Rekapitulasi Perhiungan Tangga

Elemen Struktur	Tebal (mm)	Profil
Pelat anak tangga	4	-
Pengaku Anak tangga	-	L 50 x 50 x 7
Pelat bordes	7	-
Balok bordes	-	WF 100 x 50 x 5 x 7
Balok utama tangga	-	WF 200 x 100 x 4,5 x 7
Balok penumpu tangga	-	WF 250 x 125 x 5 x 8



Gambar 3. Pemodelan Struktur.

struktur dan beton bertulang. Setiap anggota struktural yang terbentuk dari dua atau lebih bahan dianggap komposit. Namun, dalam konstruksi bangunan dan jembatan, ini biasanya mengacu pada baja struktural dan beton bertulang, serta balok atau kolom komposit. Struktur komposit sering digunakan dalam industri konstruksi. Umumnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi, sedangkan baja memiliki kuat tarik yang tinggi. Baja dan beton diintegrasikan dengan konstruksi komposit sedemikian rupa sehingga keunggulan keduanya elemen yang digunakan sepenuhnya [5].

III. METODOLOGI

Urutan penyelesaian studi dilakukan seperti pada gambar 2. Gedung apartemen yang sebelumnya menggunakan beton bertulang dimodifikasi menggunakan baja beton komposit dengan data perencanaan sebagai berikut:

1. Nama gedung: *Kingland Avenue Tower Fritz*
2. Lokasi gedung : Tangerang Selatan
3. Fungsi gedung : Apartemen
4. Struktur utama : Baja beton komposit
5. Sistem struktur : *Eccentrically Braced Frames*
6. Jumlah lantai : 31 lantai + atap + basement
7. Tinggi gedung : 105,45 meter

Tabel 4.
Rekapitulasi Pembebanan Struktur

Jenis	Manual (kgf)	ETABS (kgf)	Persentase Selisih (%)
Dead Load Super	15949031	16194262	1,51
Dead Load Live Load	7037781,41	7045951,844	0,12
Dead Load + Live Load	6404001,54	6404001,54	0,00
Dead Load	29390813,95	29644215,38	0,85

Tabel 5.
Kontrol Partisipasi Massa

Case	Mode	SumUX	SumUY
Modal	1	0,0024	0,6621
Modal	2	0,7205	0,6648
Modal	3	0,7205	0,7166
Modal	4	0,7208	0,8571
Modal	5	0,8725	0,8572
Modal	6	0,8725	0,8675
Modal	7	0,8725	0,9082
Modal	8	0,916	0,9082
Modal	9	0,9161	0,9101
Modal	10	0,9161	0,9289
Modal	11	0,9353	0,9289
Modal	12	0,9353	0,939

Tabel 6.
Kontrol Partisipasi Massa

Case	Mode	Period (s)
Modal	1	3,257
Modal	2	2,73
Modal	3	2,222
Modal	4	1,034
Modal	5	0,872
Modal	6	0,72
Modal	7	0,549
Modal	8	0,461
Modal	9	0,382
Modal	10	0,372
Modal	11	0,309
Modal	12	0,281

Data material

- 8. Beton : $f'c$ 30 MPa
- 9. Mutu baja : BJ 41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Struktur Sekunder

Perencanaan struktur sekunder terdiri dari :

1) Perencanaan Pelat Lantai

Pelat lantai menggunakan dek baja gelombang dari *super floor deck* dengan tebal 0,75 mm. Hasil perhitungan pelat lantai tersaji pada tabel 1.

2) Perencanaan Balok Anak

Balok anak berfungsi untuk meneruskan beban dari pelat lantai ke balok induk. Balok anak direncanakan sebagai balok komposit menggunakan profil WF dengan mutu baja BJ 41. Hasil perhitungan balok anak tersaji pada tabel 2.

3) Perencanaan Lift

Perencanaan meliputi balok yang berhubungan dengan ruang mesin lift yang berada pada lantai atap gedung. Terdapat dua

Tabel 7.
Nilai Akhir Respon Spektrum

Output Case	Gaya Geser Statik (kg)	Gaya Geser Dinamik (kg)	Kontrol
Gempa X	754179,26	754180,09	OK
Gempa Y	754179,26	754179,28	OK

Tabel 8.
Nilai Akhir Respon Spektrum

Lantai	Δ (mm)	Δa (mm)	Kontrol ($\Delta < \Delta a$)
Arah X	16,232	80	OK
Arah Y	30,512	84	OK

Tabel 9.
Hasil Perencanaan Balok Induk

Elemen Struktur	Profil	Shear Connector (mm)
Balok induk memanjang	WF 500 x 300 x 11 x 18	D25-295
Balok induk melintang	WF 500 x 200 x 11 x 19	D25-250

Tabel 10.
Hasil Perencanaan Kolom

Lantai	Profil	Shear Connector (mm)
1 - 5	CFT 800 x 800 x 60	0,70
6 - 10	CFT 800 x 800 x 28	0,589
11 - 15	CFT 700 x 700 x 28	0,577
16 - 20	CFT 600 x 600 x 28	0,512
21 - 25	CFT 550 x 550 x 28	0,377
26 - atap	CFT 500 x 500 x 25	0,191

Tabel 11.
Hasil Perencanaan Link

Elemen Struktur	Profil	Rasio Geser
Link memanjang	WF 500 x 200 x 9 x 14	0,75
Link melintang	WF 500 x 200 x 10 x 16	0,93

tipe balok yang akan direncanakan yaitu balok penggantung lift dan balok penumpu lift. Direncanakan menggunakan lift penumpang dari Hyundai Elevator.

a. Spesifikasi Lift:

- Tipe lift : Passengers elevator
- Merek : HYUNDAI
- Kapasitas : 15 orang/1150 kg
- Dimensi ruang mesin : 4400 mm x 3850 mm

b. Profil Balok:

- Balok penggantung : WF 300 x 150 x 5,5 x 8
- Balok penumpu : WF 300 x 200 x 8 x 12

4) Perencanaan Tangga

Hasil perencanaan tangga tertera pada tabel 3.

B. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur Apartemen Kingland Avenue Tower Fritz dimodelkan seperti pada gambar 3. Pembebanan pada pemodelan struktur meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa.

1) Kontrol Pembebanan struktur

Berat struktur pada pemodelan 3 dimensi dengan program bantu ETABS 2019 perlu dikontrol terhadap perhitungan

Tabel 12.
Hasil Perencanaan Balok Di luar Link

Elemen Struktur	Profil	Rasio Geser Lentur ($\leq 1,375$)
Balok diluar link memanjang	WF 500 x 300 x 11 x 18	1,06
Balok diluar link melintang	WF 500 x 200 x 11 x 19	1,28

Tabel 13.
Hasil Perhitungan Bresing

Elemen Struktur	Profil	Kuat Kombinasi Aksial Lentur
Bresing arah memanjang	WF 350 x 350 x 14 x 22	0,36
Bresing arah melintang	WF 350 x 350 x 14 x 22	0,39

Tabel 14.
Hasil Perencanaan Sambungan

Sambungan	Penumpu	Mutu Baut - Jumlah Baut	Mutu Las - Tebal Las
Balok anak dengan balok induk	L 70 x 70 x 7	A325 - 3M16	FE70xx - 4 mm
Balok utama tangga dengan balok penumpu tangga	Lubang slot 30 mm	A325 - 2M12	-
Balok penumpu tangga dengan kolom	L 60 x 60 x 6	A325 - 2M12	-
Sambungan balok induk melintang dengan kolom	1. L 100 x 100 x 14 (badan) 2. Diaphragm plate, t = 16 mm (sayap)	A490 - 5M22	1. FE80xx - 9 mm 2. FE80xx - 16 mm
Sambungan balok induk memanjang dengan kolom	1. L 100 x 100 x 20 (badan) 2. Diaphragm plate, t = 16 mm (sayap)	A490 - 4M22	1. FE80xx - 12 mm 2. FE80xx - 16 mm
Sambungan batang bresing arah memanjang	Pelat buhul, t = 22 mm	A325 - 8M22	FE80xx - 6 mm
Sambungan batang bresing arah melintang	Pelat buhul, t = 22 mm	A325 - 8M22	FE80xx - 6 mm
Sambungan antar kolom	Pelat sambung, t = 60 mm	-	FE100xx - 34 mm
Sambungan kolom dengan baseplate	Pelat sambung, t = 60 mm	SR235 - 12M22	FE100xx - 34 mm

manual. Hasil analisis ETABS 2019 setidaknya harus memiliki batasan perbedaan 5% berat struktur terhadap perhitungan manual. Berikut adalah data perbandingan pembebanan struktur yang disajikan dalam tabel 4.

2) *Kontrol Partisipasi Massa*

Menurut SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1, perhitungan respon dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa ragam terkomposisi harus sebesar 100% dari masa

Tabel 15.
Hasil Perencanaan Kolom Beton

Dimensi	Mutu beton f_c	Mutu tulangan	Tulangan Utama	Tulangan Senggang
1400 mm x 1400 mm	30 Mpa	420 Mpa	24D - 32	D10 - 150

Tabel 16.
Hasil Perencanaan Dinding Basement

Tinggi	Tebal Dinding	Mutu Beton f_c	Mutu Tulangan	Tulangan Utama	Tulangan Susut
3450 mm	250 mm	30 Mpa	420 Mpa	D16-200	D10 - 100 mm

Tabel 17.
Hasil Perencanaan Sloof

Dimensi	Mutu beton f_c	Mutu tulangan	Tulangan Utama	Tulangan Senggang
450 mm x 600 mm	30 Mpa	420 Mpa	8D-22	D10 - 200

Tabel 18.
Hasil Perencanaan Pelat Lantai Basement

Lx x Ly	Tebal Pelat	Mutu tulangan	Tulangan Lapangan	Tulangan Tumpuan
8550 mm x 8550 mm	250 mm	420 Mpa	D16 - 220	D16 - 110

Tabel 19.
Hasil Perencanaan *Pilecap*

Tipe	Dimensi (mm)	Tulangan Bawah Arah X	Tulangan Atas Arah X	Tulangan Bawah Arah Y	Tulangan Atas Arah Y
PC-1	6600 x 6600	D32-200	D25-200	D32-200	D25-200
PC-2	3800 x 3800	D32-200	D25-200	D32-200	D25-200
PC-3	3600 x 3600	D32-200	D25-200	D32-200	D25-200
PC-4	4000 x 5100	D32-200	D25-200	D32-200	D25-200
PC-5	2700 x 5700	D32-195	D25-195	D32-195	D25-195
PC-6	3800 x 5100	D32-195	D25-195	D32-195	D25-195

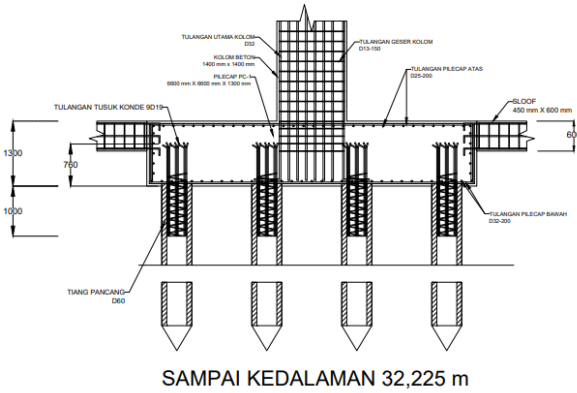
struktur, dengan catatan dapat diizinkan setidaknya 90% dari massa aktual dari masing masing arah. Dalam hal ini digunakan bantuan program bantu ETABS 2019 untuk mengeluarkan output partisipasi massa yang dicantumkan didalam Tabel 5.

3) *Kontrol Waktu Getar Alami Fundamental*

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu pendekatan periode fundamental (T_a), dalam detik, harus ditentukan. Periode dari pemodelan struktur tertera pada tabel 6. Batas atas $C_u \times T_a = 3,29$ s. Dari pemodelan didapatkan $T = 3,257$, sehingga masih memenuhi syarat.

4) *Kontrol Nilai Akhir Respon Spektrum*

Berdasarkan SNI 1726:2019, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 100% nilai respons statik. Nilai akhir respon spektrum tertera pada tabel 7.



Gambar 6. Potongan Pilecap.

5) Kontrol Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai suatu struktur bertujuan untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar lantai maksimum arah X dan arah Y tertera pada tabel 8.

C. Perencanaan Struktur Primer

Perencanaan struktur primer terdiri dari:

1) Balok Induk

Balok induk arah memanjang dan arah melintang direncanakan sebagai balok komposit dengan menggunakan profil yang berbeda. Hasil perencanaan balok induk tertera pada tabel 9.

2) Kolom

Kolom merupakan struktur vertikal yang memikul beban gravitasi dan gempa serta meneruskan beban struktur di atasnya ke elemen struktur di bawahnya. Hasil perencanaan kolom tertera pada tabel 10.

3) Link

Link arah memanjang dan arah melintang direncanakan sebagai link geser menggunakan profil yang berbeda. Hasil perencanaan link tertera pada tabel 11.

4) Balok Di luar Link

Balok diluar link arah memanjang dan arah melintang direncanakan menggunakan profil yang berbeda. Hasil perencanaan balok di luar link tertera pada tabel 12.

5) Bresing

Bresing arah memanjang dan arah melintang direncanakan menggunakan profil yang sama. Hasil perhitungan link tertera pada tabel 13.

6) Perencanaan Sambungan

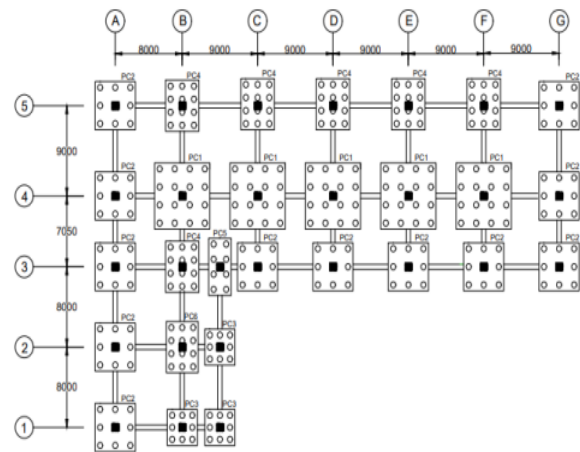
Hasil perencanaan sambungan tertera pada tabel 14.

D. Perencanaan Struktur Bawah

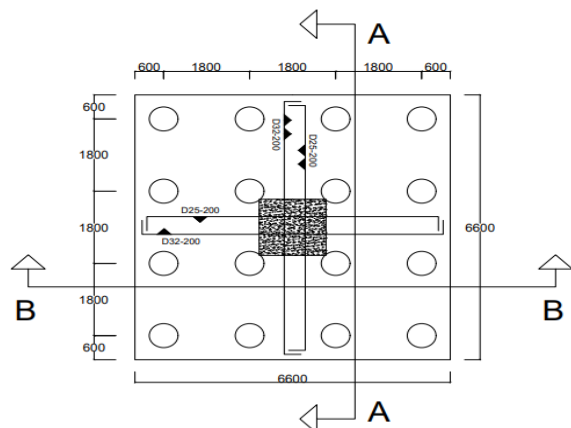
Perencanaan struktur bawah terdiri dari:

1) Kolom Beton

Hasil perencanaan kolom beton tertera pada tabel 15.



Gambar 4. Denah Pondasi



Gambar 5. Tampak Atas Pilecap.

2) Dinding Basement

Hasil perencanaan dinding basement tertera pada tabel 16.

3) Sloof

Hasil perencanaan sloof tertera pada tabel 17.

4) Pelat lantai basement

Hasil perencanaan pelat lantai basement tertera pada tabel 18.

5) Pondasi

Pondasi merupakan elemen struktur bawah dimana berfungsi untuk meneruskan beban yang berasal dari struktur atas menuju ke tanah. Denah pondasi dapat dilihat pada gambar 4. Pada studi ini digunakan tiang pancang dari PT. WIKA Beton dengan spesifikasi tiang adalah sebagai berikut:

- a. Mutu beton = 52 Mpa
- b. Diameter tiang = 600 mm
- c. Wall thickness = 100 mm
- d. Klasifikasi = C
- e. Bending moment crack = 29 tm
- f. Bending moment ultimate = 58 tm
- g. Allowable axial load = 229,5 ton

Digunakan kedalaman tanah 32,225 m dengan daya dukung Qijin = 171,80 ton. Dalam perencanaan pondasi terdapat beberapa kontrol tiang pancang yang harus dipenuhi:

- h. Kontrol daya dukung 1 tiang terhadap beban maksimum
 $P_{max} \leq P$ ijin 1 tiang
 108,97 ton \leq 118,58 ton **(OK)**
- i. Kontrol defleksi akibat gaya horizontal
 $\delta \leq 2,5$ cm
 0,028 cm \leq 2,5 cm **(OK)**
- j. Kontrol momen akibat gaya horizontal
 $M_p \leq M$ crack
 1,86 ton.m \leq 29 ton.m **(OK)**

6) *Pilecap*

Pilecap merupakan bagian yang menyalurkan beban dari kolom ke tiang pancang, sehingga perlu dilakukan perencanaan dan kontrol terhadap beban-beban yang terjadi. Perencanaan *pilecap* mengacu pada SNI 2847-2019. Hasil perencanaan *pilecap* tertera pada tabel 18. Tampak atas serta potongan *pilecap* dapat dilihat pada gambar 5 dan gambar 6.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari studi ini, didapatkan seluruh hasil perencanaan telah memenuhi standarisasi seperti yang telah ditetapkan dalam SNI 1729:2020, SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, PPPURG 1987, dan SNI 03-1729-2002. Dari perhitungan didapatkan hasil perencanaan tebal pelat lantai dek baja gelombang adalah 11 mm. Dimensi balok anak menggunakan WF 450 x 200 x 9 x 14, WF 400 x 200 x 7 x 11, WF 350 x 175 x 7 x 11. Dimensi balok induk memanjang WF 500 x 300 x 11 x 18, balok induk melintang WF 500 x 200 x 11 x 19. Dimensi balok diluar link serta link memanjang WF 500 x 300 x 11 x 18 dan melintang WF 500 x 200 x 11 x 19. Bresing menggunakan

WF 350 x 350 x 14 x 22. Kolom menggunakan CFT 800 x 800 x 80, CFT 700 x 700 x 28, CFT 600 x 600 x 28, CFT 550 x 550 x 28, dan CFT 500 x 500 x 25. Dimensi kolom beton 1400 mm x 1400 mm, dengan dinding basement ketebalan 25 cm, pelat lantai basement ketebalan 25 cm, dan dimensi sloof 450 mm x 600 mm. Pondasi menggunakan spun pile D60 dengan kedalaman pancang hingga 32,225 m.

B. Saran

Saran dari penelitian ini sebagai berikut:(1)Diharapkan dilakukannya studi perencanaan lebih lanjut melingkupi aspek teknis dan ekonomis agar lebih memungkinkan untuk direalisasikan;(2)Dilakukan perbandingan antar konfigurasi atau sistem bangunan gedung lainnya agar dapat mengetahui sistem atau konfigurasi jenis apa yang paling efektif dan efisien;(3)Sambungan balok induk – kolom lebih baik direncanakan menggunakan balok konsol agar mempermudah saat pelaksanaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Simanjuntak, "Evaluasi kerusakan bangunan akibat gempa di Indonesia," *e-Journal CENTECH*, vol. 1, no. 1, pp. 44–53, 2020.
- [2] S. Agus, "Perbandingan analisis respon struktur gedung antara portal beton bertulang, struktur baja dan struktur baja menggunakan bresing terhadap beban gempa," *JURNAL TEKNIK SIPIL (JTS) ITP*, vol. 3, no. 1, 2016.
- [3] M. , C.-M. U. & R. S. Bruneau, *Ductile Design of Steel Structures*, 2nd ed. New York: Mc Graw Hill, 2011. doi: 978-0-07-162523-4.
- [4] Jaya Prakash Vemuri, "The capacity based design method for eccentrically braced frames: a critical review," *Journal of Structural Engineering*, vol. 43, no. 3, pp. 319–325, 2016.
- [5] S. , Chen, B. Mulgrew, and P. M. Grant, "A clustering technique for digital communications channel equalization using radial basis function networks," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 4, no. 4, pp. 570–579, 1993.