

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

- a. Perbandingan respons parameter berupa displacement (d_i), gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan gaya geser dasar (*base shear*, V) terhadap beban gempa di daerah Yogyakarta dengan analisis statik ekuivalen dan dinamik *time history*

1) *Displacement* (d_i)

Nilai *displacement* (d_i) yang telah didapatkan melalui metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*, disajikan melalui tabel 5.1 dan tabel 5.2 berikut.

Tabel 4.1. *Displacement* (d_i) hasil analisis statik ekuivalen

Tingkat ke-	Displacement (d_i) (cm)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0,00	0,00	0
1	0,19	0,29	0,26	0,27
2	0,48	0,81	0,59	0,64
3	0,81	1,23	0,9	0,94
4	1,14	1,62	1,22	1,24
5	1,45	1,97	1,54	1,55
6	1,71	2,28	1,84	1,85
7	1,91	2,54	2,13	2,14
8		2,74	2,38	2,42
9		2,86	2,59	2,68
10			2,75	2,92
11				3,14
12				3,34
13				3,5
14				3,63
15				3,78

Tabel 4.2. *Displacement (d_i)* hasil analisis dinamik *time history*

Tingkat ke-	Displacement (<i>d_i</i>) (cm)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0	0	0
1	0,14	0,29	0,28	0,45
2	0,38	0,81	0,62	1,1
3	0,65	1,22	0,91	1,5
4	0,95	1,61	1,20	2,00
5	1,23	1,97	1,49	2,46
6	1,48	2,29	1,75	2,90
7	1,67	2,55	2,05	3,31
8		2,75	2,33	3,69
9		2,87	2,57	4,03
10			2,75	4,34
11				4,61
12				4,84
13				5,03
14				5,19
15				5,37

2) Gaya horizontal tingkat (*F_i*)

Gaya horizontal tingkat (*F_i*) yang telah didapatkan melalui metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*, disajikan melalui tabel 5.3 dan tabel 5.4 berikut.

Tabel 4.3. Gaya horizontal tingkat (*F_i*) hasil analisis statik ekuivalen

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (<i>F_i</i>) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0,00	0	0
1	4,37	0,26	0,6	0,74
2	9,87	0,66	1,59	1,81
3	15,36	1,03	2,66	2,62
4	20,83	1,45	3,78	3,52
5	26,32	1,91	4,96	4,48
6	31,75	2,39	6,17	5,48
7	31,38	2,89	7,42	6,53
8		3,43	8,70	7,62
9		3,52	10,00	8,76

Tabel 4.3. Lanjutan

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (F_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
10			10,03	9,93
11				11,13
12				12,36
13				13,63
14				15,01
15				15,01

Tabel 4.4. Gaya horizontal tingkat (F_i) hasil analisis dinamik *time history*

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (F_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0,00	0	0
1	0,09	0,01	2,15	1,85
2	2,91	0,46	1,38	5,63
3	8,37	0,82	2,94	7,91
4	14,99	1,33	2,71	9,66
5	21,97	1,97	2,83	12,05
6	28,74	2,60	4,21	12,86
7	32,65	3,13	6,58	13,1
8		3,54	9,26	13,12
9		3,70	11,91	13,07
10			13,47	13,71
11				13,49
12				14,09
13				13,66
14				18,1
15				18,1

3) Gaya geser tingkat (V_i)

Gaya geser tingkat (V_i) yang telah didapatkan melalui metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*, disajikan melalui tabel 5.5 dan tabel 5.6 berikut.

Tabel 4.5. Gaya geser tingkat (V_i) hasil analisis statik ekuivalen

Tingkat ke-	Gaya geser tingkat (V_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	139,88	17,54	55,91	118,70
1	139,88	17,54	55,91	118,70
2	135,51	17,28	55,31	117,96
3	125,64	16,62	53,72	116,15
4	110,28	15,59	51,06	113,53
5	89,45	14,14	47,28	110,01
6	63,13	12,23	42,32	105,53
7	31,38	9,84	36,15	100,05
8		6,95	28,73	93,52
9		3,52	20,03	85,90
10			10,03	77,14
11				67,21
12				56,08
13				43,72
14				30,09
15				15,08

Tabel 4.6. Gaya geser tingkat (V_i) hasil analisis dinamik *time history*

Tingkat ke-	Gaya geser tingkat (V_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	109,72	17,56	57,44	185,37
1	109,72	17,56	57,44	185,37
2	109,63	17,55	55,29	183,52
3	106,72	17,09	53,91	177,89
4	98,35	16,27	50,97	169,98
5	83,36	14,94	48,26	160,32
6	61,39	12,97	45,43	148,27
7	32,65	10,37	41,22	135,41
8		7,24	34,64	122,31
9		3,7	25,38	109,19
10			13,47	96,12
11				82,41
12				68,92
13				54,83

Tabel 4.6. Lanjutan

Tingkat ke-	Gaya geser tingkat (V_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
14				41,17
15				23,07

4) Gaya geser dasar (V)

Gaya geser dasar (V) yang didapatkan melalui metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*, disajikan dalam tabel 5.7 dan 5.8.

Tabel 4.7. Gaya geser dasar (V) hasil analisis statik ekuivalen

Gaya geser dasar (V) (Ton)			
7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
139,88	17,54	55,91	118,7

Tabel 4.8. Gaya geser dasar (V) hasil analisis dinamik *time history*

Gaya geser dasar (V) (Ton)			
7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
109,72	17,56	57,44	185,37

- b. Perbandingan respons parameter berupa displacement (d_i), gaya horizontal tingkat (F_i), gaya geser tingkat (V_i) dan gaya geser dasar (*base shear*, V) dengan analisis dinamik respons spektrum dengan dan tanpa pengaruh efek P-delta akibat angin dan beban gempa di daerah Yogyakarta.

1) *Displacement* (d_i)

Nilai *displacement* (d_i) yang telah didapatkan melalui metode respons spektrum terhadap efek P-delta dan tanpa efek P-delta, disajikan melalui tabel 5.9 dan tabel 5.10 berikut.

Tabel 4.9. *Displacement* (d_i) hasil analisis respons spektrum tanpa efek P-delta

Tingkat ke-	Displacement (d_i) (cm)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0	0	0
1	0,18	0,65	0,22	0,22
2	0,45	1,79	0,5	0,52
3	0,76	2,68	0,75	0,76

Tabel 4.9. Lanjutan

Tingkat ke-	Displacement (d_i) (cm)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
4	1,08	3,5	1	0,99
5	1,36	4,23	1,24	1,23
6	1,62	4,84	1,48	1,45
7	1,81	5,34	1,69	1,67
8		5,7	1,88	1,87
9		5,94	2,17	2,06
10			2,4	2,24
11				2,39
12				2,52
13				2,65
14				2,75
15				2,85

Tabel 4.10. *Displacement (d_i)* hasil analisis respons spektrum dengan efek P-delta

Tingkat ke-	Displacement (d_i) (cm)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0	0	0
1	0,18	0,67	0,23	0,24
2	0,46	1,83	0,51	0,57
3	0,76	2,74	0,77	0,82
4	1,08	3,57	1,02	1,07
5	1,37	4,31	1,28	1,32
6	1,63	4,94	1,52	1,56
7	1,82	5,44	1,74	1,79
8		5,82	1,93	2,01
9		6,05	2,09	2,21
10			2,22	2,4
11				2,57
12				2,71
13				2,84
14				2,94
15				3,05

2) Gaya horizontal tingkat (F_i)

Gaya horizontal tingkat (F_i) yang telah didapatkan melalui metode respons spektrum terhadap efek P-delta dan tanpa efek P-delta, disajikan melalui tabel 5.11 dan tabel 5.12 berikut.

Tabel 4.11. Gaya horizontal tingkat (F_i) hasil analisis respons spektrum tanpa efek P-delta

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (F_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0,00	0	0
1	3,90	0,99	1,39	1,27
2	9,19	2,26	2,35	2,81
3	14,02	3,13	3,04	3,60
4	18,87	3,92	3,62	4,19
5	24,02	4,65	4,19	4,59
6	29,9	5,33	4,85	4,92
7	30,8	5,96	5,64	5,23
8		6,61	6,65	5,66
9		6,46	7,90	6,23
10			8,07	6,99
11				7,98
12				9,16
13				10,53
14				11,09
15				12,07

Tabel 4.12. Gaya horizontal tingkat (F_i) hasil analisis respons spektrum dengan efek P-delta

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (F_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	0	0,00	0	0
1	4,14	1,09	1,54	1,83
2	9,42	2,37	2,51	3,37
3	14,26	3,24	3,20	4,16
4	19,12	4,03	3,77	4,75
5	24,25	4,75	4,34	5,15
6	30,09	5,44	5,01	5,48
7	30,80	6,07	5,79	5,79

Tabel 4.12. Lanjutan

Tingkat ke-	Gaya horizontal tingkat (F_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
8		6,69	6,81	6,22
9		6,46	8,02	6,79
10			8,07	7,56
11				8,53
12				9,72
13				11,09
14				12,58
15				12,58

3) Gaya geser tingkat (V_i)

Gaya geser tingkat (V_i) melalui metode respons spektrum terhadap efek P-delta dan tanpa efek P-delta, disajikan dalam tabel 5.13 dan 5.14.

Tabel 4.13. Gaya geser tingkat (V_i) hasil analisis respons spektrum tanpa efek P-delta

Tingkat ke-	Gaya geser tingkat (V_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	130,70	39,31	47,70	97,90
1	130,70	39,31	47,70	97,90
2	126,80	38,32	46,31	96,63
3	117,61	36,06	43,96	93,82
4	103,59	32,93	40,92	90,22
5	84,72	29,01	37,30	86,03
6	60,70	24,36	33,11	81,44
7	30,80	19,03	28,26	76,52
8		13,07	22,62	71,29
9		6,46	15,97	65,63
10			8,07	59,4
11				52,41
12				44,43
13				35,27
14				24,74
15				12,67

Tabel 4.14. Gaya geser tingkat (V_i) hasil analisis respons spektrum dengan efek P-delta

Tingkat ke-	Gaya geser tingkat (V_i) (Ton)			
	7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
0	132,08	40,14	49,06	105,94
1	132,08	40,14	49,06	105,94
2	127,94	39,05	47,52	104,11
3	118,52	36,68	45,01	100,74
4	104,26	33,44	41,81	96,58
5	85,14	29,41	38,04	91,83
6	60,89	24,66	33,70	86,68
7	30,8	19,22	28,69	81,20
8		13,15	22,90	75,41
9		6,46	16,09	69,19
10			8,07	62,40
11				54,84
12				46,31
13				36,59
14				25,50
15				12,92

4) Gaya geser dasar (V)

Gaya geser dasar (V) melalui metode respons spektrum terhadap efek P-delta dan tanpa efek P-delta, disajikan dalam tabel 5.15 dan 5.16.

Tabel 4.15. Gaya geser dasar (*base shear*, V) hasil analisis respons spektrum tanpa efek P-delta

Gaya geser dasar (V) (Ton)			
7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
130,70	39,31	47,70	97,90

Tabel 4.16. Gaya geser dasar (*base shear*, V) hasil analisis respons spektrum dengan efek P-delta

Gaya geser dasar (V) (Ton)			
7 Tingkat	9 Tingkat	10 Tingkat	15 Tingkat
132,08	40,14	49,06	105,94

- c. Perbandingan kapasitas kolom dengan metode analisis langsung (*direct analysis method*) dan metode panjang efektif (*effective length method*) terhadap pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta yang dianalisis dengan metode respons spektrum.

- 1) Kapasitas kolom metode panjang efektif (*effective length method*)

Kapasitas kolom dari penampang profil yang telah ditetapkan, akan dianalisis dengan metode panjang efektif (*effective length method*) terhadap efek P-delta, yang disajikan melalui tabel 5.17.

Tabel 4.17. Kapasitas penampang kolom dengan metode panjang efektif terhadap efek P-delta

Tingkat ke-	Kapasitas Tekan (kN)	Kapasitas Momen (kN.m)	Rasio (%)
7	3.937,48	954,89	0,39
9	3.818,61	954,89	0,37
10	4.794,34	1.349,74	0,25
15	5.910,38	2.197,62	0,21

- 2) Kapasitas kolom metode analisis langsung (*direct analysis method*)

Kapasitas kolom dari penampang profil yang telah ditetapkan, akan dianalisis dengan metode analisis langsung (*direct analysis method*) terhadap efek P-delta, yang disajikan melalui tabel 5.18.

Tabel 4.18. Kapasitas penampang kolom dengan metode analisis langsung terhadap efek P-delta

Tingkat ke-	Kapasitas Tekan (kN)	Kapasitas Momen (kN.m)	Rasio (%)
7	3.720,36	954,89	0,41
9	3.494,76	954,89	0,37
10	4.507,78	1.349,74	0,25
15	5193,92	2.197,62	0,23

- d) Perbandingan kapasitas sambungan *end-plate* dengan dan tanpa pengaruh efek P-delta akibat beban angin dan gempa di daerah Yogyakarta yang telah dianalisis dengan metode respons spektrum.

- 1) Kapasitas sambungan *end-plate* tanpa pengaruh efek P-delta

Kapasitas sambungan *end-plate*, akan dihitung tanpa pengaruh efek P-delta, yang kemudian disajikan melalui tabel 5.17 berikut.

Tabel 4.19. Kapasitas sambungan *end-plate* tanpa efek P-delta

Tingkat ke-	Momen Lentur (kN.m)	Kapasitas Momen (kN.m)	Diameter baut	Jumlah baut
7	102,95	180,09	20	8
9	151,10	180,09	20	8
10	93,23	180,09	20	8
15	26,48	180,09	20	8

1) Kapasitas sambungan *end-plate* dengan pengaruh efek P-delta

Kapasitas sambungan *end-plate*, akan dihitung dengan pengaruh efek P-delta, yang kemudian disajikan melalui tabel 5.18 berikut.

Tabel 4.20. Kapasitas sambungan *end-plate* dengan efek P-delta

Tingkat ke-	Momen Lentur (kN.m)	Kapasitas Momen (kN.m)	Diameter baut	Jumlah baut
7	104,38	180,09	20	8
9	158,67	180,09	20	8
10	254,03	289,00	24	20
15	285,25	289,00	24	20

4.2 Pembahasan

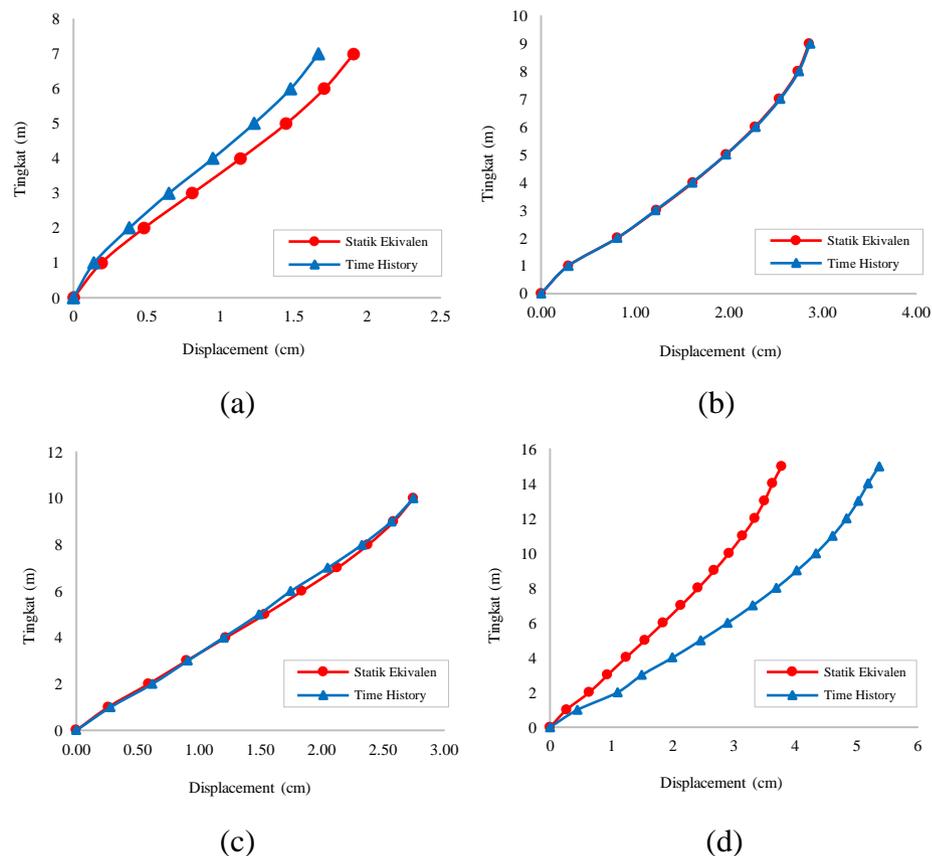
4.2.1 Perbandingan statik ekuivalen dan dinamik *time history*

a. *Displacement* (d_i)

Gambar 5.1 (a) menunjukkan hasil *displacement* yang terjadi pada model portal 7 tingkat dengan analisis statik ekuivalen memberikan hasil yang lebih besar, sehingga penggunaan metode statik ekuivalen lebih aman dibandingkan metode *time history*. Gambar 5.1 (b) pada model portal 9 tingkat, dengan metode statik ekuivalen dan *time history* memberikan nilai yang sama. Sehingga dengan untuk kasus ini, bisa dianalisis dengan kedua metode tersebut. Gambar 5.1 (c) pada model portal 10 tingkat, menunjukkan hasil dengan metode *time history* mulai memberikan nilai yang besar pada tingkat ke-5 hingga tingkat ke-9, sehingga penggunaan metode *time history* lebih direkomendasikan untuk digunakan.

Melalui gambar 5.1 (d) pada model portal 15 lantai, menunjukkan hasil dengan metode *time history* lebih besar dibandingkan metode statik ekuivalen, sehingga metode *time history* bisa menjadi metode yang lebih direkomendasikan untuk digunakan karena memberikan hasil yang lebih aman dibandingkan metode statik ekuivalen.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap *displacement* yang terjadi pada setiap model struktur, dapat disimpulkan bahwa analisis dengan metode statik ekuivalen lebih direkomendasikan untuk struktur dibawah 10 lantai karena memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan analisis dinamik. Tetapi pada struktur diatas 10 lantai, penggunaan analisis dengan metode statik ekuivalen memberikan hasil yang tidak aman, sehingga lebih direkomendasikan dengan menggunakan analisis secara dinamik dengan metode *time history*.



Gambar 4.1. Perbandingan hasil perhitungan *displacement* menggunakan metode statik ekuivalen dan dinamik *time history* (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat.

b. Gaya Horizontal (F_i)

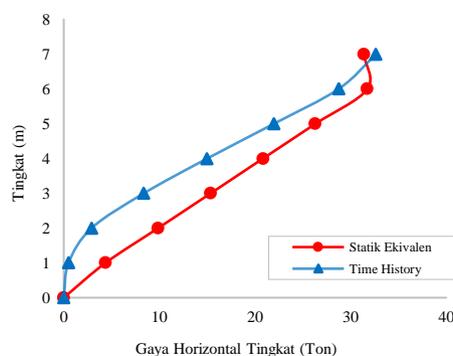
Gambar 5.2 (a) pada model portal 7 tingkat, menunjukkan bahwa hasil dari metode statik ekuivalen lebih besar dibandingkan metode *time history*, sehingga penggunaan metode *time history* menjadi tidak aman untuk digunakan. Gambar 5.2 (b) pada model portal 9 tingkat, menunjukkan hasil nilai dengan metode *time*

history lebih besar pada tingkat ke-5 hingga tingkat ke-9. Akan tetapi pada tingkat ke-1 hingga tingkat ke-4, menunjukkan hasil dengan metode statik ekivalen jauh lebih besar dibandingkan dengan metode *time history*, sehingga jika analisis dengan metode *time history* paksakan, akan mengakibatkan keruntuhan pada gedung dan dapat memperngaruhi tingkat di atasnya.

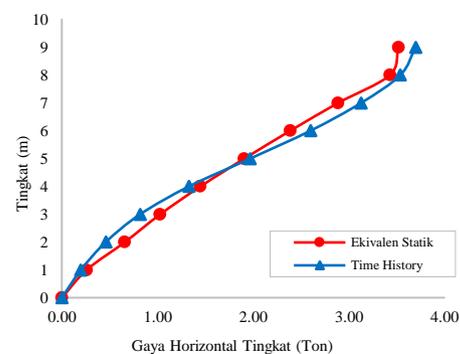
Gambar 5.2 (c) pada portal 10 tingkat, menunjukkan bahwa dengan metode statik ekivalen pada tingkat ke-4 hingga tingkat ke-7 memberikan nilai yang besar, tapi dengan metode *time history* pada tingkat ke-1 memberikan nilai yang besar jika dibandingkan dengan metode statik ekivalen, sehingga potensi keruntuhan pada tingkat ke-1 yang dapat memberikan pengaruh besar pada tingkat di atasnya menjadi sebuah pertimbangan yang sangat penting untuk diperhatikan dalam perencanaan. Untuk itulah penggunaan metode *time history* dinilai lebih aman.

Melalui gambar 5.2 (d) pada portal 15 lantai, menunjukkan bahwa hasil dari metode *time history* memberikan hasil yang dominan lebih besar dari setiap tingkat jika dibandingkan metode statik ekivalen, sehingga penggunaan metode *time history* dinilai jauh lebih aman untuk digunakan.

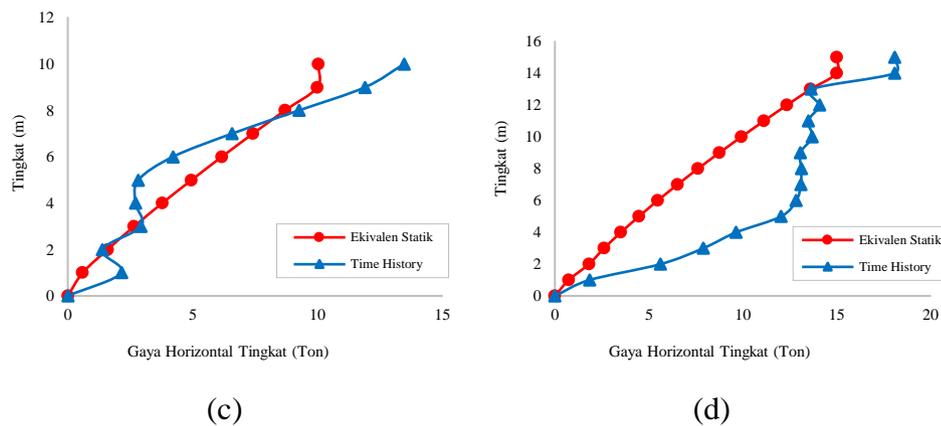
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap gaya horizontal tingkat yang terjadi pada setiap model struktur yang direncanakan, dapat disimpulkan bahwa analisis dengan metode statik ekivalen lebih direkomendasikan untuk model struktur 7 dan 9 lantai karena memberikan hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan analisis dinamik. Akan tetapi, pada model struktur 10 dan 15 lantai, penggunaan analisis dengan metode statik ekivalen memberikan hasil yang tidak akurat, sehingga lebih direkomendasikan dengan menggunakan analisis dengan metode *time history* karena memberikan hasil yang lebih akurat dan dinilai aman.



(a)



(b)



Gambar 4.2. Perbandingan hasil perhitungan gaya horizontal tingkat menggunakan metode ekuivalen statik dan dinamik *time history* (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat.

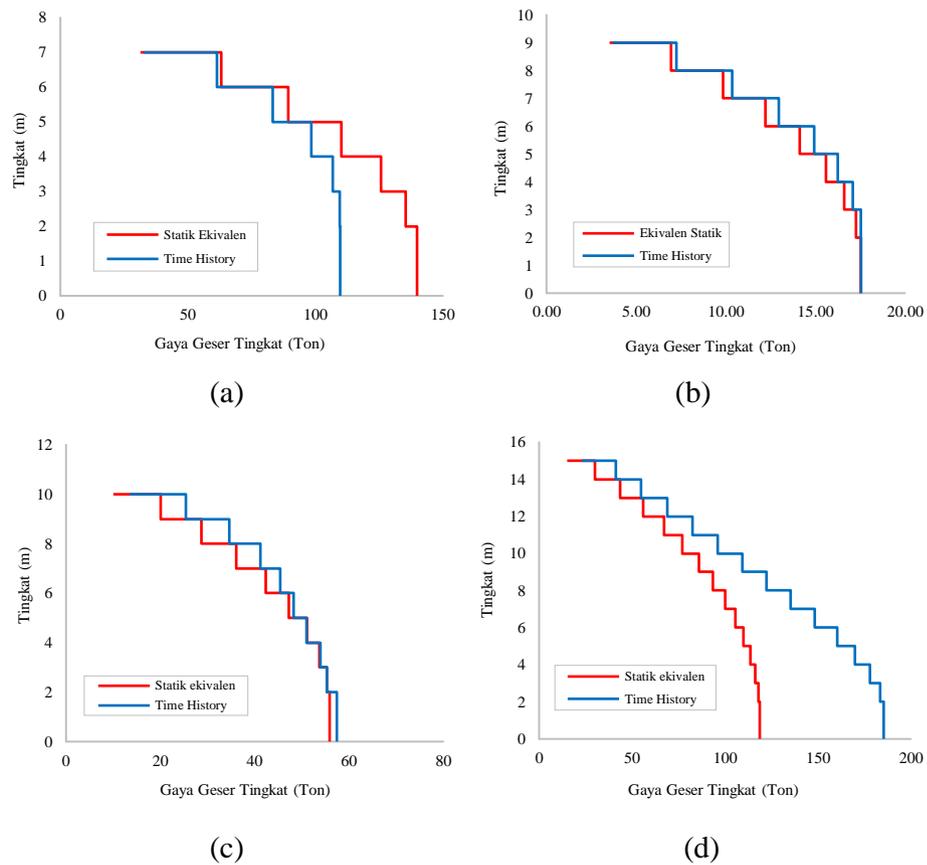
c. Gaya Geser tingkat (V_i)

Gambar 5.3 (a) pada portal 7 lantai, menunjukkan bahwa hasil dari metode statik ekuivalen pada tingkat ke-1 hingga tingkat ke-6 memberikan hasil yang dominan jauh lebih besar dibandingkan dengan metode *time history*, sehingga jika dipaksakan dengan menggunakan metode *time history* dapat berpotensi terjadi kerusakan yang cukup besar pada tingkat ke-1 hingga tingkat ke-6 dan dapat berpengaruh pada tingkat ke-7.

Gambar 5.3 (b) dan 5.3 (c) pada portal 9 dan 10 tingkat, menunjukkan bahwa hasil dari metode *time history* mulai memberikan nilai yang cukup besar sehingga menjadi lebih aman untuk digunakan dibandingkan metode statik ekuivalen.

Gambar 5.3 (d) pada portal 15 tingkat, menunjukkan bahwa hasil dari metode *time history* dominan lebih besar dibandingkan metode statik ekuivalen. Jika penggunaan analisis dengan metode statik ekuivalen tetap dipaksakan, struktur akan berpotensi terjadi keruntuhan yang sangat besar pada setiap tingkat.

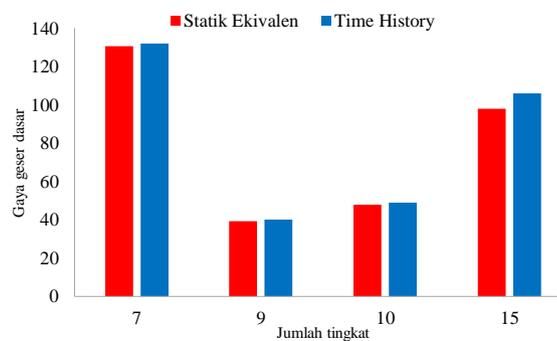
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap gaya geser tingkat yang terjadi pada setiap model struktur yang direncanakan, dapat disimpulkan bahwa analisis dengan metode statik ekuivalen lebih direkomendasikan pada model struktur 7 lantai karena memberikan hasil yang lebih baik. Akan tetapi, pada model struktur 9, 10 dan 15 lantai, penggunaan analisis dengan metode statik ekuivalen memberikan hasil yang tidak akurat, sehingga lebih direkomendasikan analisis secara dinamik.



Gambar 4.3. Perbandingan hasil perhitungan gaya geser tingkat menggunakan metode ekuivalen statik dan dinamik *time history* (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat

d. Gaya Geser Dasar (V)

Gambar 5.4 menunjukkan bahwa bangunan lebih dari 10 tingkat dengan menggunakan metode *time history* mejadi lebih aman, kecuali pada portal kurang dari 10 tingkat, lebih direkomendasikan menggunakan metode statik ekuivalen.



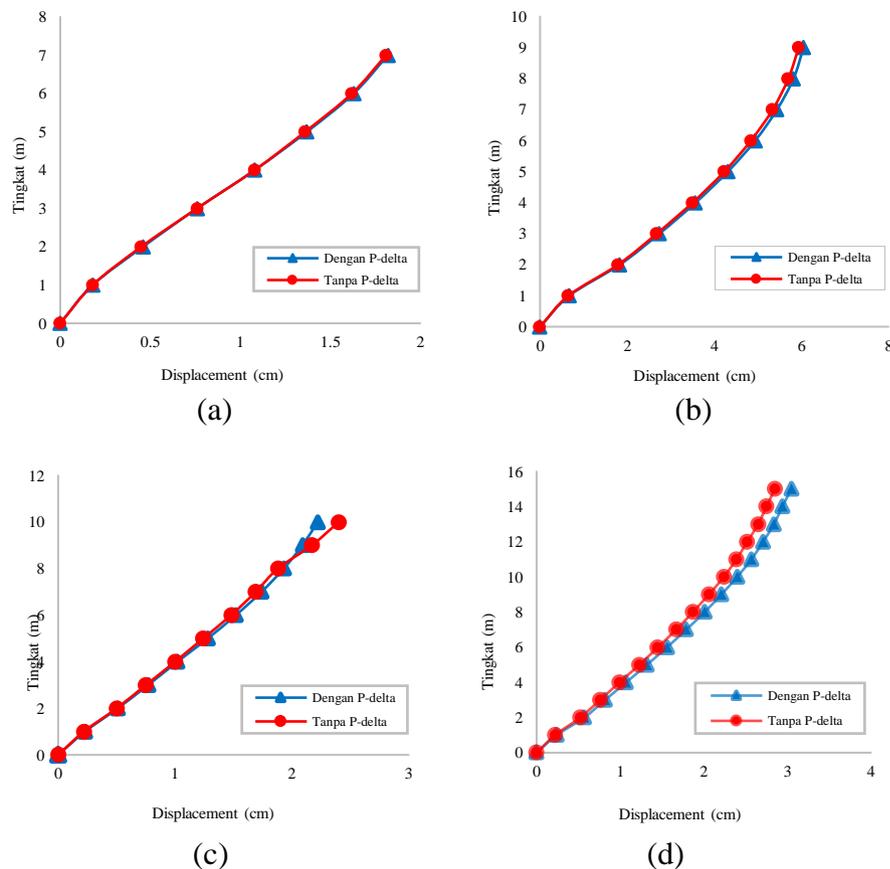
Gambar 4.4. Perbandingan hasil perhitungan gaya geser dasar menggunakan metode statik ekuivalen dan dinamik *time history*

4.2.2 Perbandingan Pengaruh Efek P-Delta dengan Metode Respon Spektrum

a. *Displacement* (d_i)

Pada gambar 5.5(a) pada portal 7 tingkat, menunjukkan bahwa pengaruh efek P-delta tidak terlalu memberikan dampak terhadap struktur, sehingga dapat diabaikan. Gambar 5.5(b) dan 5.5(c), pengaruh efek P-delta mulai meningkat hingga 1%, akan tetapi dampak tersebut tidak memberikan pengaruh yang besar pada struktur bangunan, sehingga pengaruh efek P-delta dapat diabaikan.

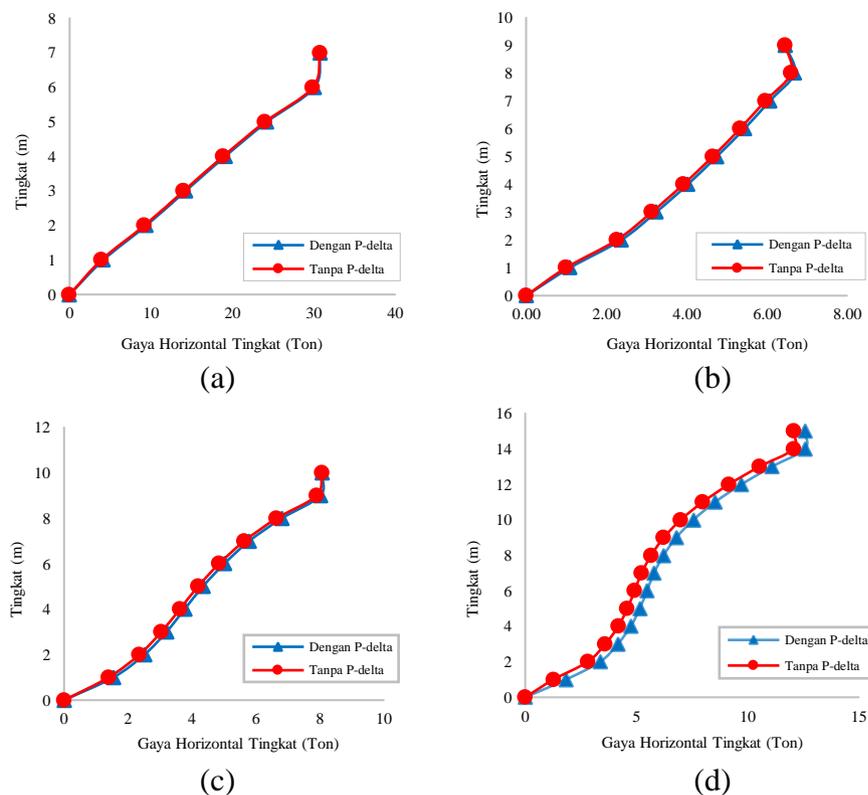
Pada gambar 5.5(d) pada portal 15 tingkat, pengaruh efek P-delta mulai memberikan dampak yang cukup besar pada struktur. *Displacement* yang terjadi meningkat hingga 10%, sehingga disimpulkan bahwa pengaruh efek P-delta, tidak dapat diabaikan pada model portal 15 tingkat.



Gambar 4.5. Perbandingan hasil perhitungan *displacement* dengan dan tanpa efek P-delta melalui metode respons spektrum (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat.

b. Gaya horizontal tingkat (F_i)

Gambar 5.5 (a), 5.5 (b) dan 5.5 (c) pada model struktur 7, 9 dan 10 lantai, pengaruh efek P-delta yang dianalisis tidak memberikan dampak yang cukup besar, sehingga pengaruh non-linier geometri tersebut dapat diabaikan. Akan tetapi, pada model struktur 15 lantai melalui gambar 5.5 (d), pengaruh efek P-delta mulai memberikan dampak peningkatan terhadap gaya horizontal setiap tingkat. Untuk itulah, pengaruh efek P-delta tidak dapat diabaikan dalam analisis pada model struktur 15 lantai

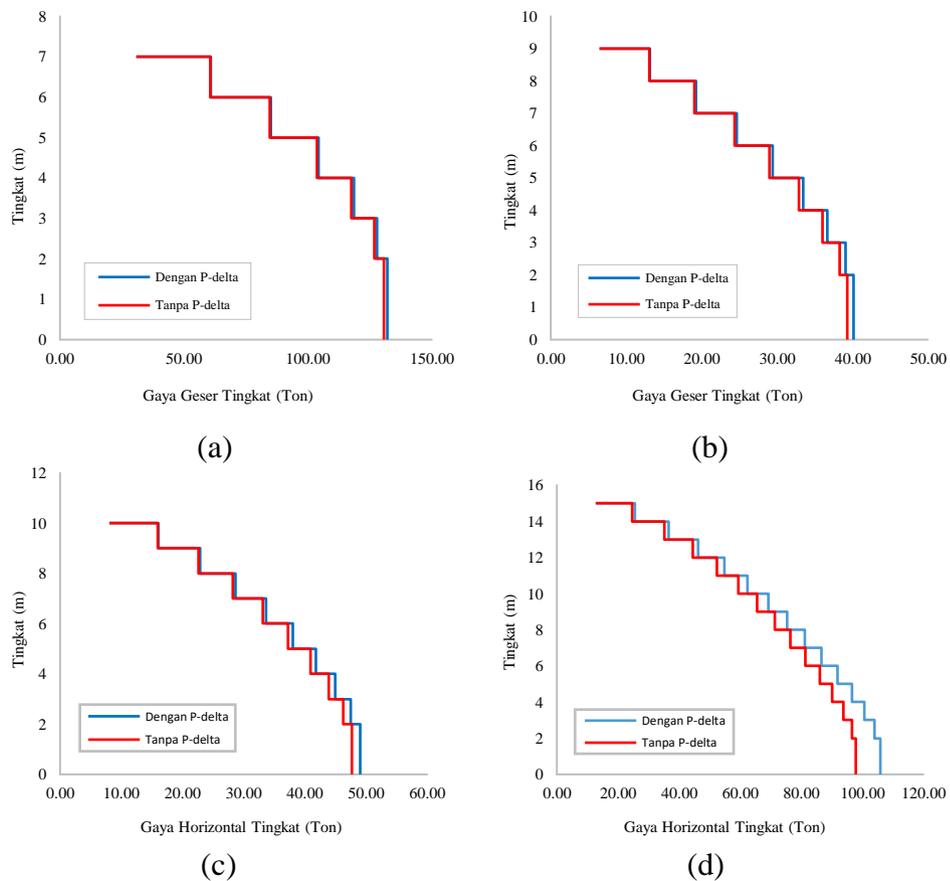


Gambar 4.6. Perbandingan hasil perhitungan gaya horizontal tingkat dengan dan tanpa efek P-delta melalui metode respons spektrum (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat.

c. Gaya geser tingkat (V_i)

Gambar 5.7 (a) pada portal 7 tingkat, menunjukkan bahwa pengaruh efek P-delta memberikan pengaruh yang relatif sedikit pada struktur sehingga dapat diabaikan. Akan tetapi tidak untuk portal 9 melalui gambar 5.7 (b), efek P-delta yang terjadi mulai memberikan peningkatan pada tingkat ke-1 hingga tingkat ke-6.

Pada model struktur 10 tingkat melalui gambar 5.7 (c), pengaruh efek P-delta yang terjadi, meningkat cukup besar pada tingkat ke-1 hingga tingkat ke-7. Model struktur 15 tingkat melalui gambar 5.7 (d) menunjukkan bahwa, pengaruh efek memberikan peningkatan yang besar pada setiap tingkat struktur, sehingga pengaruh non-linier tidak dapat diabaikan dalam perencanaan struktur 15 tingkat.

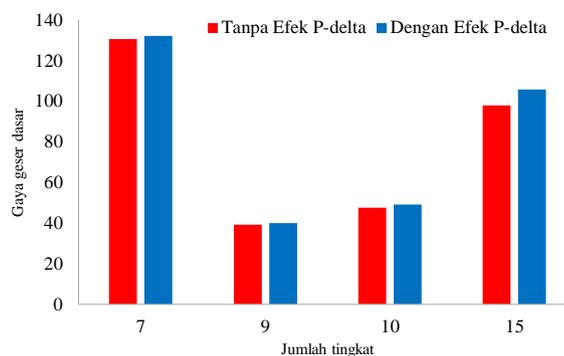


Gambar 4.7. Perbandingan hasil perhitungan gaya geser tingkat dengan dan tanpa efek P-delta melalui metode respons spektrum (a) 7 tingkat, (b) 9 tingkat, (c) 10 tingkat, (d) 15 tingkat.

e. Gaya Geser Dasar (V)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap gaya geser dasar pada setiap model struktur yang direncanakan akibat pengaruh efek P-delta melalui model struktur 7, 9 dan 10 tingkat melalui gambar 5.8, pengaruh efek P-delta yang terjadi relatif sedikit sehingga dapat diabaikan. Akan tetapi pada model struktur 15 tingkat, pengaruh efek P-delta tidak dapat diabaikan karena memberikan hasil yang besar.

Melalui Gambar 5.8, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat struktur yang direncanakan, maka pengaruh efek P-delta terhadap gaya geser akan semakin meningkat, sehingga perlu adanya pertimbangan dalam perencanaan terhadap pengaruh efek P-delta.



Gambar 4.8. Perbandingan hasil perhitungan gaya geser dasar dengan dan tanpa efek P-delta melalui metode respons spektrum

4.2.3 Perbandingan Metode Analisis Langsung dan Metode Panjang Efektif

Melalui tabel 5.17 dan 5.18, menunjukkan bahwa rasio yang diberikan pada tingkat ke-7 dengan metode analisis langsung, memberikan hasil yang lebih besar. Hal ini terjadi karena jarak antar kolom yang relatif jauh sehingga menyebabkan beban yang terdistribusi pada balok menjadi cukup besar. Faktor tersebut yang menyebabkan terjadinya peningkatan terhadap pengaruh efek P-delta.

Pada tingkat ke-9 dan 10, rasio yang diberikan sama besar, sehingga metode analisis langsung dan metode panjang efektif dapat digunakan. Pada tingkat ke-15 melalui tabel 5.17 dan 5.18, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan terhadap rasio yang diberikan. Hal ini disebabkan karena efek P-delta tidak dapat diabaikan.

4.2.4 Perbandingan Kapasitas Sambungan Terhadap Pengaruh Efek P-Delta

Melalui tabel 5.19, kapasitas momen yang diterima pada sambungan baik pada model portal 7 hingga 15 tingkat, dapat dengan menggunakan sambungan baut berukuran 20 mm sebanyak 8 baut. Akan tetapi, ketika pengaruh efek P-delta dianalisis (tabel 5.20) pada model portal 10 dan 15 tingkat, dampak efek P-delta tersebut terhadap momen pada sambungan, meningkat cukup besar sehingga baut berukuran 8 mm dengan jumlah 8 baut dinilai tidak aman. Untuk itu, perlu adanya pertimbangan dalam penambahan jumlah baut atau mengganti ukuran baut.