

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Software ETABS versi 18.1.0 digunakan untuk melakukan analisis statik metode pushover terhadap beban gempa. Pendekatan ini melibatkan pemodelan elemen struktur tiga dimensi, termasuk kolom, balok, pelat, dan elemen terkait lainnya. Kemudian, output dari *software* ETABS versi 18.1.0 dianalisis, yang mencakup nilai simpangan antar tingkat, perpindahan, dan performance point. Setelah simpangan ditemukan, kinerja struktur dapat dinilai berdasarkan ATC-40 dan FEMA-440 untuk mengevaluasi kemungkinan gaya gempa yang terjadi.

3.2. Lokasi Data

Studi kasus yang dianalisis pada penelitian ini adalah gedung Amaris Hotel by Santika yang berlokasi di Jl. Peta No.176, Sukaasih, Kec. Bojongloa Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat.

3.3. Instrumen Penelitian

3.3.1. Data Teknik Proyek dan *Shop Drawing*

1. Data Teknis Arsitektur

Lokasi	: Jl. Peta No.176, Sukaasih, Kec. Bojongloa Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat.
Luas Tanah	: 2800 m ²
Luas Bangunan	: 1141,814 m ²
Tinggi Bangunan	: 27,6 m

2. Data Teknis Struktur

Fungsi Bangunan : Hotel
 Jumlah Lantai : 8 Lantai + 1 Basement
 Sistem Pondasi : Bored Pile dan Pile Cap
 Sistem DPT : Retaining Wall (Dinding Beton Bertulang)

Tabel 3. 1 Deskripsi struktur gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Lantai	Luas (m ²)	Tinggi Lantai (m)	Elevasi (m)
1	Lantai Atap	746.204	3.9	+27.600
2	Lantai 7	746.204	4	+23.600
3	Lantai 6	746.204	3.4	+20.200
4	Lantai 5	746.204	3.4	+16.800
5	Lantai 3	746.204	3.4	+13.400
6	Lantai 2	904.768	3.4	+10.000
7	Lantai 1	1250.961	5	+5.000
8	Lantai Dasar	1141.814	5	0.000
9	Basement	352.567	3.5	-3.500

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Catatan: Lantai dengan nama “Lantai 4” tidak ada, karena menyesuaikan penamaan pada DED (*Detail Engineering Design*)

Mutu bahan yang digunakan pada gedung Amaris Hotel by Santika:

Tabel 3. 2 Mutu beton gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Elemen Struktur	Mutu	fc'
1	Balok	K-350	29.05 MPa
2	Plat	K-350	29.05 MPa
3	Kolom	K-400	33.2 MPa
4	Shear Wall	K-400	33.2 MPa
5	Tie Beam	K-400	33.2 MPa
6	Pile Cap	K-400	33.2 MPa

No.	Elemen Struktur	Mutu	f_c'
7	DPT	K-400	33.2 MPa

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Tabel 3. 3 Mutu baja gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Tipe Tulangan	Mutu	f_y
1	Tulangan Ulir	BJTD – 40	400 MPa
2	Tulangan Polos	BJTP – 24	240 MPa

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Tipe plat struktur pada gedung Amaris Hotel by Santika adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Dimensi plat pada gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Tipe Plat	Tebal (mm)
1	S1	130
2	S1A	150
3	S1B	150
4	S1C	150
5	S2	150
6	S2A	150
7	S3	150
8	S4	200
9	S4B	150
10	S5	180
11	S6	150
12	S6A	150

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Tipe dinding geser struktur pada gedung Amaris Hotel by Santika adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Dimensi dinding geser pada gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Tipe Dinding Geser	Tebal (mm)
1	SW1A	350
2	SW1B	300
3	SW2A	350
4	SW2B	300

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Tipe kolom pada gedung Amaris Hotel by Santika adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 6 Dimensi kolom pada gedung Amaris Hotel by Santika

No.	Tipe Kolom	Dimensi (mm)
1	K01	250 X 350
2	K02	250 X 450
3	K03	250 X 550
4	K04	300 X 750
5	K05	350 X 500
6	K06	350 X 850
7	K07	400 X 650
8	K08	400 X 800
9	K09	400 X 850
10	K10	450 X 600
11	K11	500 X 850
12	K12	500 X 1000
13	K13	600 X 850
14	K14	600 X 900
15	K15	350 X 750
16	K16	350 X 800

Sumber: Data teknis proyek Amaris Hotel by Santika

Tipe balok pada gedung Amaris Hotel by Santika adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 7 Dimensi balok pada gedung Amaris Hotel by Santika

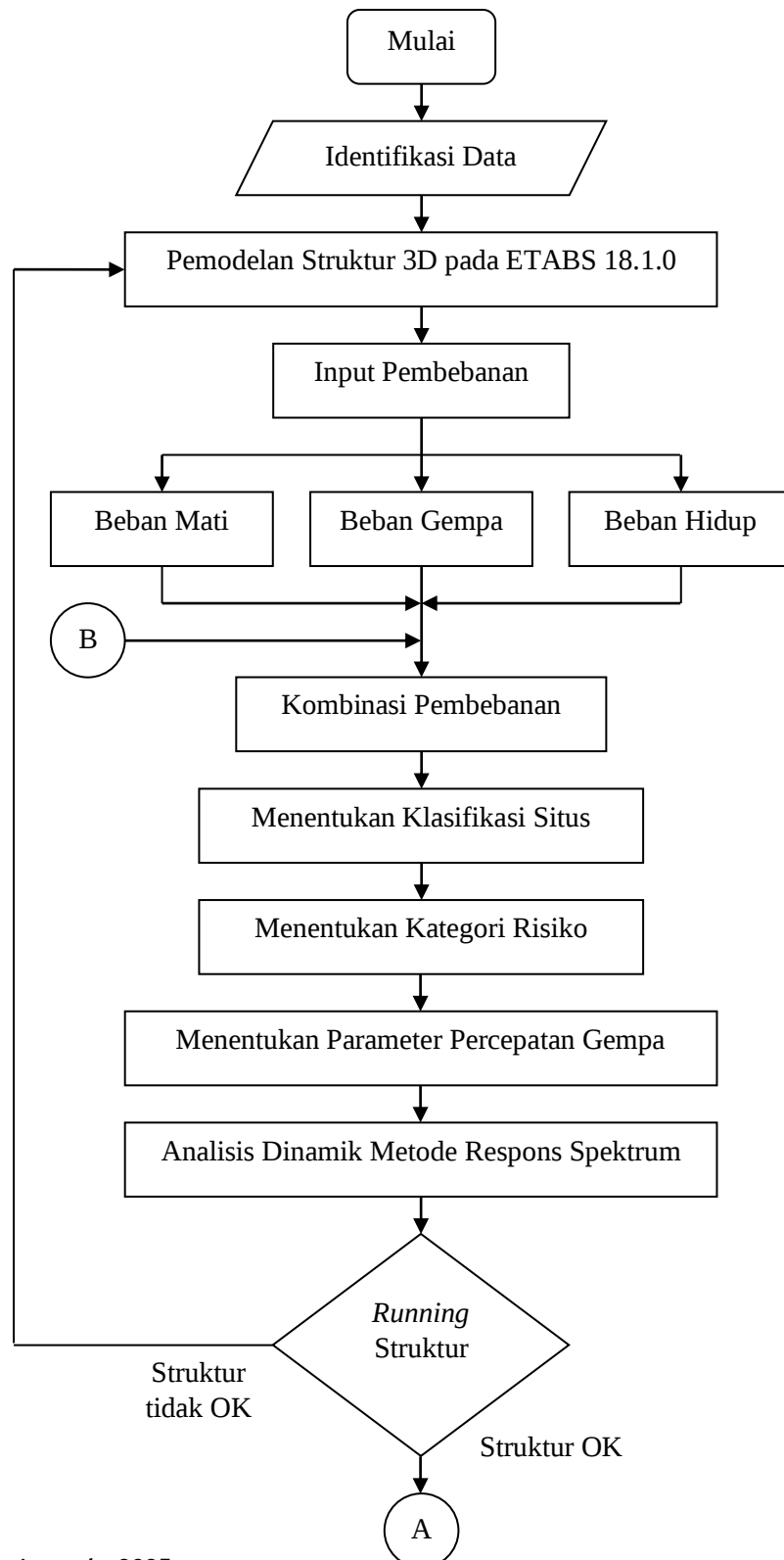
No.	Tipe Balok	Dimensi (mm)	No.	Tipe Balok	Dimensi (mm)
1	TB01	300 X 750	30	B19	350 X 650
2	TB02	350 X 500	31	B20	350 X 750
3	TB03	350 X 600	32	B21	400 X 550
4	TB04	400 X 650	33	B22	400 X 600
5	TB05	450 X 750	34	B23	400 X 650
6	TB06	450 X 750	35	B24	400 X 700
7	TB07	450 X 800	36	B25	400 X 750
8	TB08	500 X 650	37	B26	450 X 600
9	TB09	500 X 800	38	B27	450 X 650
10	TB10	550 X 800	39	B28	450 X 700
11	TB11	650 X 900	40	B29	500 X 600
12	B01	200 X 250	41	B30	550 X 600
13	B02	200 X 250	42	B31	550 X 700
14	B03	200 X 300			
15	B04	250 X 350			
16	B05	250 X 350			
17	B06	250 X 450			
18	B07	350 X 400			
19	B08	350 X 550			
20	B09	200 X 200			
21	B10	250 X 350			
22	B11	250 X 450			
23	B12	300 X 400			
24	B13	300 X 450			
25	B14	300 X 500			
26	B15	300 X 550			
27	B16	300 X 600			
28	B17	350 X 500			
29	B18	350 X 600			

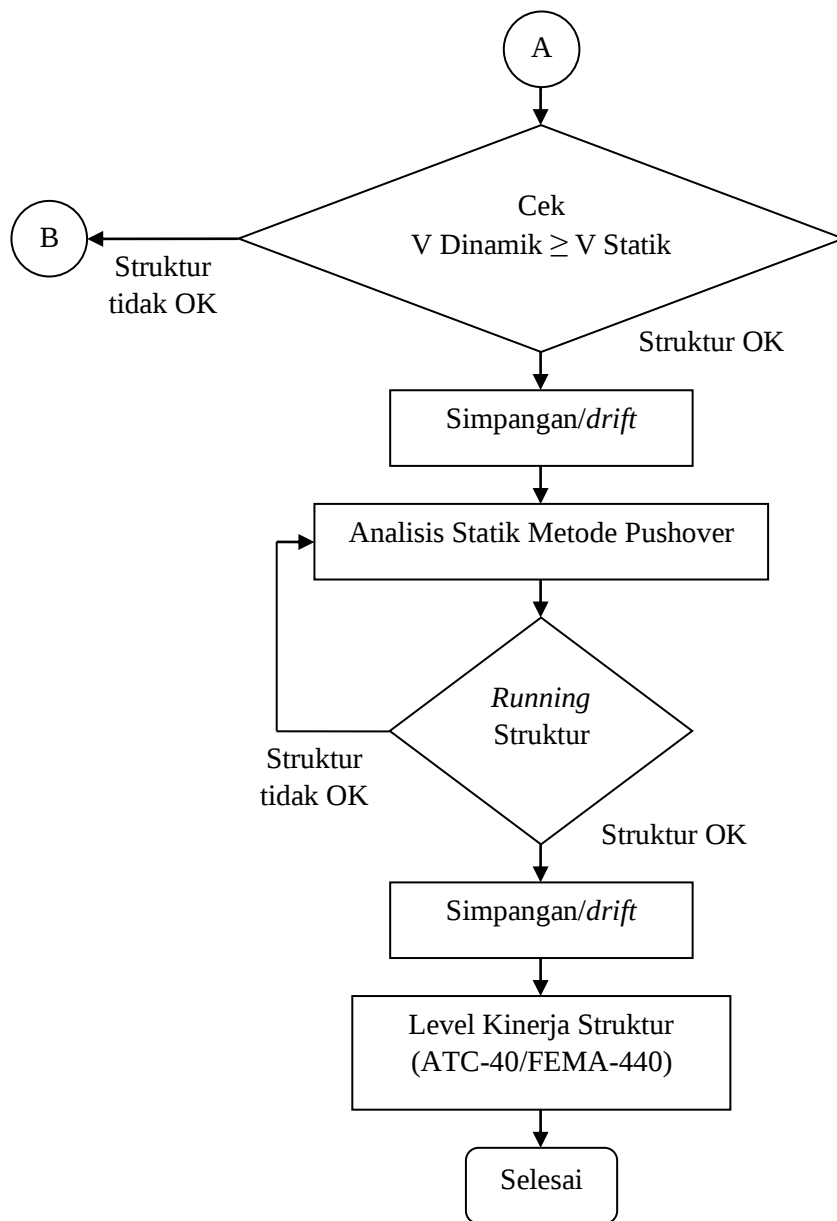
3.3.2. ETABS 18.1.0

Pemodelan tiga dimensi, analisis, dan optimasi desain berdasarkan analisis statik metode pushover dilakukan menggunakan *software* ETABS 18.1.0. *Software* ini menghasilkan banyak nilai numerik dan representasi grafis dari hasil analisis, seperti analisis desain struktur beton atau baja, gaya yang diberikan pada elemen, dan perpindahan.

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Diagram Alir



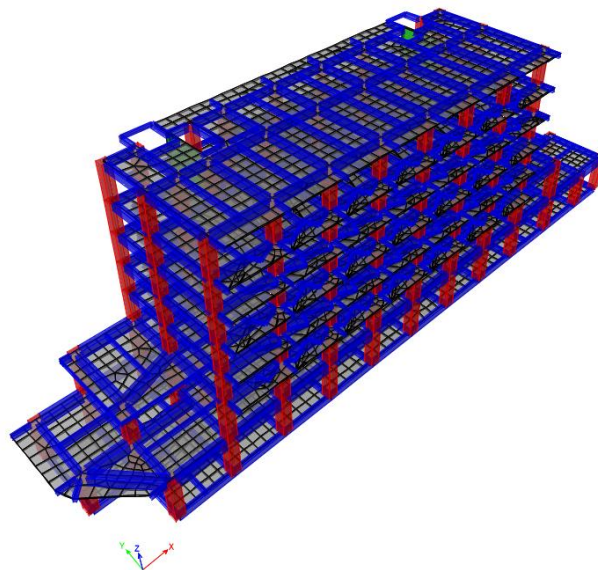


3.4.2. Identifikasi Data

Penelitian ini menggunakan data gambar DED (Detail Engineering Design) sebagai dasar pemodelan struktur pada ETABS 18.1.0. Data diperoleh dari PT. Pulau Intan, perusahaan kontraktor yang bertanggung jawab atas pembangunan gedung Amaris Hotel by Santika.

3.4.3. Pemodelan Struktur 3D dengan ETABS 18.1.0

Struktur dimodelkan sesuai dengan DED struktur gedung Amaris Hotel by Santika. Data selanjutnya menyajikan hasil pemodelan struktur tiga dimensi yang dilakukan menggunakan *software* ETABS 18.1.0.



Gambar 3. 1 Pemodelan gedung Amaris Hotel by Santika

3.4.4. Input Pembebanan

Pembebanan gempa pada gedung Amaris Hotel by Santika mengikuti SNI 1727:2020 dan SNI 1726-2019, dengan kategori pembebanan sebagaimana berikut.

1. Beban Mati (*Dead Load*)

Dalam pemodelan dengan ETABS 18.1.0, berat kolom, balok, dan plat lantai akan diperkirakan secara otomatis. Namun, berat sendiri tidak dapat direplikasi dengan tepat. Dengan memberikan nilai nol, beban dimasukkan ke dalam kasus beban “*superimposed dead load*” atau beban mati tambahan. Namun, meskipun tidak mungkin untuk memiliki model penuh dari nilai beban, itu tetap diperhitungkan dalam perhitungan. Kondisi “*superimposed dead load*” terdapat beban mati ekstra sebagai berikut yang ditentukan berdasarkan Tabel 2.2.

Tabel 3. 8 Beban mati tambahan

Tipe	Komponen	Beban kN/m²
Plat lantai	Penutup lantai	0.77
	Plafond + Penggantung	0.48
	ME	0.19
	Total	1.44
Plat atap	Plafond + Penggantung	0.48
	Waterproofing	0.07
	ME	0.19
	Total	0.74
Dinding	Bata Ringan Leibel t = 100 mm	0.5884
	Plester t = 20 mm (2 sisi)	0.8160
	Total	1.4044

Sumber: SNI 1727-2020

2. Beban Hidup (*Live Load*)

Berdasarkan Tabel 2.3, beban hidup minimum yang terdistribusi merata untuk bangunan hotel ditentukan sebagai berikut.

Tabel 3. 9 Beban hidup

Fungsi	Beban
	kN/m ²
Ruang pribadi dan koridor	1,92
Ruang publik	4,79
Koridor ruang publik	4,79
Atap datar, berbubung, dan lengkung	0,96
Atap vegetatif dan atap lansekap untuk tempat berkumpul	4,79

Sumber: SNI 1727-2020

3. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

A. Kategori risiko struktur

Gedung Amaris Hotel by Santika memiliki jenis pemanfaatan sebagai hotel. Gedung yang berfungsi sebagai apartemen, rumah susun, atau hotel diklasifikasikan dalam kategori risiko II sesuai Tabel 2.4.

B. Faktor keutamaan gempa

Faktor keutamaan gempa ditentukan sesuai kategori risiko, dengan kategori risiko II ditetapkan bernilai 1, sebagaimana tercantum di Tabel 2.5.

C. Koefisien modifikasi respon, faktor kuat lebih sistem, dan faktor pembesaran defleksi

Sistem struktur gedung Amaris Hotel by Santika adalah sistem ganda, dengan rangka pemikul momen khusus menahan setidaknya 25% gaya seismik, dan dinding geser beton bertulang khusus untuk memastikan kestabilan struktural. Dalam sistem desain ini, R , Ω_0 , dan C_d ditentukan berdasarkan Tabel 2.6 dengan nilai berturut-turut 7; 2,5; dan 5,5.

D. Klasifikasi situs

Klasifikasi situs dibutuhkan untuk menetapkan kriteria desain seismik dan percepatan maksimum yang diteruskan dari batuan dasar ke tanah. Gedung Amaris Hotel by Santika diasumsikan berada pada tanah lunak (SE) sebagai situs terlemah.

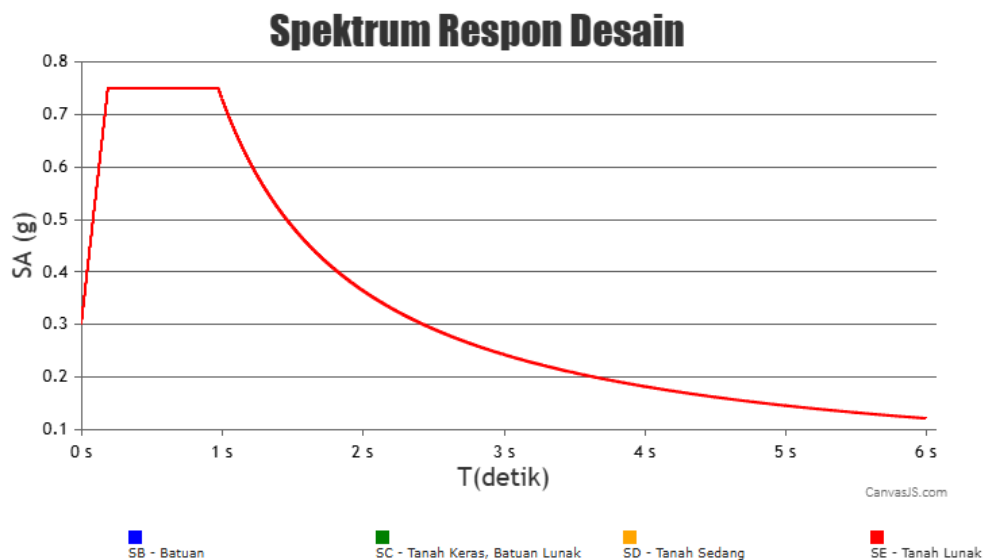
E. Parameter percepatan gempa

Data percepatan gempa untuk periode pendek (SDS) dan 1 detik (SD1) bersumber dari Peta Zonasi Gempa Indonesia di situs Departemen Pekerjaan Umum. <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

Tabel 3. 10 Parameter percepatan gempa

$S_s = 1,1395$	$S_1 = 0,4997$
$F_a = 0,9884$	$F_v = 2,2006$
$S_{MS} = 1,1263$	$S_{M1} = 1,0996$
$S_{DS} = 0,7509$	$S_{D1} = 0,7331$

Sumber: Desain Spektra PUSKIM PU



Gambar 3. 2 Respons spektrum desain

Sumber: Desain Spektra PUSKIM PU

F. Kategori desain seismik

Gedung Amaris Hotel by Santika diklasifikasikan sebagai kategori desain seismik D, sesuai penentuan SDS dan SD1 dalam Tabel 2.10 dan Tabel 2.11.

3.4.5. *Running* Pemodelan Struktur

Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi bangunan yang dimodelkan pada ETABS 18.1.0 memenuhi kriteria keamanan. Seperti yang ditunjukkan dalam visual yang ada pada ETABS 18.1.0, jika gedung tidak memenuhi tingkat keamanan terhadap pembebanan yang ditetapkan, gambar elemen struktur akan diwarnai merah. Jika elemen struktur tidak terlihat dalam rentang warna biru muda hingga kuning, maka struktur tersebut dinyatakan tidak kuat menahan beban yang bekerja, dan semua elemen harus diukur lagi. Jika elemen terlihat dalam rentang warna biru muda hingga kuning, maka pemodelan dilanjutkan ke analisis statis non-linear.

3.5. Analisis Data

3.5.1. Analisis Dinamik Metode Respons Spektrum

Perangkat lunak ETABS 18.1.0 digunakan untuk melakukan analisis dinamik respons spektrum. Metode analisis ini bertujuan menghitung simpangan, gaya dinamik, dan elemen struktur lainnya akibat gempa. Beban gempa diterapkan dalam bentuk respons spektrum sesuai SNI 1726-2019 untuk mensimulasikan respons dinamik struktur terhadap pergerakan tanah. Analisis ini mempertimbangkan sifat dinamik struktur seperti periode alami, bentuk mode getar, dan partisipasi massa. Hasil dari analisis ini meliputi simpangan antar lantai, gaya-gaya internal elemen struktur, gaya geser dasar, serta distribusi gaya akibat eksitasi gempa.

3.5.2. Analisis Statik Metode Pushover

Beban utama pada analisis pushover statik terdiri dari gravitasi dan lateral, dengan beban gravitasi (mati dan hidup) diberi faktor 1,0. Sementara itu, pembebanan lateral diterapkan untuk mensimulasikan gaya inersia akibat gempa. Beban ini diterapkan secara bertahap sepanjang sumbu X dan Y hingga mencapai perpindahan yang diinginkan. Metode pushover digunakan untuk menentukan kapasitas struktur terhadap beban lateral. Kurva kapasitas dan diagram pembentukan sendi plastis merupakan bagian dari hasil analisis yang menunjukkan hubungan gaya geser dasar terhadap perpindahan atap.

3.5.3. Evaluasi Kinerja Struktur

1. Kinerja Struktur ATC-40

Nilai perpindahan atap, gaya geser dasar, dan skema distribusi plastis untuk balok dan kolom dihasilkan dari analisis kinerja yang didasarkan pada ATC-40. Kita dapat menarik kesimpulan yang sejalan dengan tujuan penelitian dengan menganalisis data dan membahas hasilnya.

2. Kinerja Struktur FEMA-440

FEMA-440 menetapkan perhitungan dengan menentukan waktu getar efektif (T_e) dari kurva pushover, yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan waktu getar alami struktur. Respons elastis SDOF dimodifikasi menggunakan faktor C_0 , C_1 , C_2 , dan C_3 sehingga target perpindahan global maksimum (δ_t) pada kondisi elastis dan inelastis bisa dihitung.