

Evaluasi Level Kinerja Gedung SRPMK Bertingkat Menggunakan Metode *Pushover* Sesuai Peraturan Gempa SNI 03 1726 2012 Dan Peraturan Gempa SNI 03 1726 2019

Syahrizal Fahmianto

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

Nurul Rochmah, ST, MT, M.Sc.

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45 Surabaya

E-mail : fahmiantos@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi gempa yang sangat tinggi terutama pada wilayah garis gempa (*The Ring Of Fire*). Gempa yang sering terjadi dapat mempengaruhi struktur suatu bangunan sehingga perlu memperhitungkan struktur bangunan agar meminimalisir atau memperkecil kemungkinan keruntuhan bangunan yang membuat jatuh korban apabila gempa itu terjadi. Perhitungan struktur gedung mengacu pada beban gempa sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2012) dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-1726-2019).

Gedung The Batu Hotel and Villas Jl.Sultan Agung, Malang, Jawa Timur merupakan gedung berlantai 6 yang digunakan sebagai tempat tinggal. Pada analisa struktur gedung digunakan metode *Pushover* untuk mengetahui level kinerja gedung.

Dari hasil evaluasi kinerja struktur *Pushover* didapatkan nilai Maximum Total Drift Ratio 0,004 m dan 0,006 m. Hasil tersebut menyatakan bahwa gedung dikategorikan pada performance level IO (Immediate Occupancy), dan dapat disimpulkan bahwasannya gedung The Batu Hotel and Villas memenuhi syarat keamanan.

Kata Kunci : Evaluasi, Gedung, Kinerja, SPRMK, Pushover

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a very high earthquake potential, especially in the earthquake line region (*The Ring of Fire*). Quakes that often occur can affect the structure of a building it's necessary to take into account the structure of the building order to minimize the possibility collapse of the building that makes casualties when the earthquake occurs. The structure building calculation refers to earthquake loads accordance with Standards National Indonesian (SNI 03-1726-2012) and Standards National Indonesian (SNI 03-1726-2019).

The Batu Hotel and Villas Building Jl. Sultan Agung, Malang, East Java. It's 6-story building that's used as a residence. In the structure building analysis use *Pushover* method to determine the level of building performance.

The results of structure performance evaluation *Pushover*, the Maximum Total Drift Ratio value is 0.004 m and 0.006 m. These results state that the building is categorized at the IO (Immediate Occupancy) level, and it can be concluded that the building of The Batu Hotel and Villas conform the security requirements.

Keywords: Evaluation, Performance, SPRMK, Storey Building, Pushover

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi gempa yang sangat tinggi. Dengan sering terjadi gempa sehendaknya memperhitungkan struktur bangunan yang akan di bangun, bertujuan meminimalisir keruntuhan pada bangunan yang membuat jatuh korban apabila ada terjadinya gempa. oleh karena itu, perencanaan struktur gedung tahan gempa sangatlah penting pada pembangunan gedung agar kuat, aman dan mampu menahan terjadi kemungkinan *collapse* (keruntuhan). Bangunan bertingkat merupakan salah satu solusi bagi masalah ketersediaan lahan yang saat ini makin tidak adanya ketersediaan lahan terbuka untuk pembangunan rumah dan juga dapat meningkatkan efisiensi lahan sehingga daya tampung untuk tempat tinggal maupun tempat aktivitas manusia dapat terpenuhi. Di era modern sekarang ini jual-beli tanah lahan semakin tahun semakin mahal. Maka bangunan bertingkat sebagai sarana tepat untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Banyak metode analisis yang digunakan untuk perancangan struktur bangunan gedung tahan gempa salah satunya adalah *pushover analisis*. Metode *pushover analisis* digunakan untuk memprediksi perilaku struktur terhadap beban lateral (beban yang memiliki arah *horizontal* bekerja pada bangunan disebabkan oleh gaya gempa, gaya angin dan beban statis). *Pushover analisis* adalah analisa statik nonlinier yang pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan dianggap sebagai beban statik yang menangkap pada pusat massa masing-masing lantai, dengan nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur hingga terjadinya pelelehan (sendi plastis) pada struktur gedung. [1]

Gedung the batu hotel and villas merupakan bangunan hotel yg bertempat di Jl. Sultan Agung, Malang. Terdiri dari 6 lantai yang difungsikan sebagai tempat tinggal, gedung tersebut menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1726 Tahun 2002, maka perlunya untuk mengevaluasi kembali ketahanannya menggunakan pembebanan gempa terbaru yaitu peraturan gempa SNI 03-1726-20129 dan SNI 03-1726-2019. Bertujuan Mengetahui level kinerja struktur gedung dengan menggunakan metode *pushover analisis*

2. METODOLOGI PENELITIAN

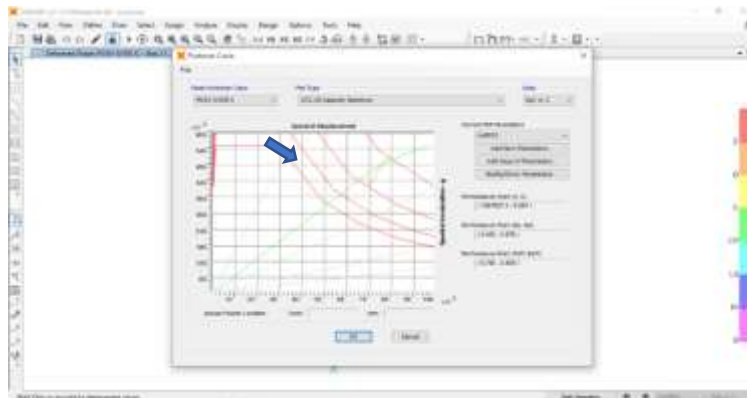
Metode penelitian serangkaian tata cara atau langkah-langkah yang sistematis atau terstruktur dan dilakukan dengan tujuan menjawab rumusan masalah. Berikut sistematika kerangka berpikir (flowchart) yang digunakan.



Gambar 1. Diagram Air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pada hasil Analisa Struktur gedung sesuai dengan SNI 03-1726-2012 [2] untuk arah X maupun arah Y dapat diketahui nilai *Maximum Roof Drift* sebesar lebih kecil dari batasan antar lantai ijin. Maka dikategorikan memenuhi syarat keamanan gedung. Dari hasil *Maximum Total Drift Ratio* pada arah X dan Y memiliki nilai kurang dari 0,01 dimana nilai tersebut sebagai batasan kategori IO (*Immediate Occupancy*). Hal ini dapat disimpulkan bahwa struktur gedung pasca terjadi gempa tidak ada kerusakan yang berarti pada komponen struktural gedung.



Gambar 2 Kurva kapasitas Pushover arah X berdasarkan ATC 40

Tabel 1. Nilai *Performance point*

V (Kg) , D (m)	1097627.4 Kg ; 0.097 m
Sa , Sd	0,483 g ; 0.076 m
Teff , Beff	0.795 s ; 0.059 %

Perhitungan target perpindahan (δ_t) :

$$\begin{aligned} \delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_{eff}^2}{4\pi^2} \\ &= 1,44 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,483 \frac{0,795^2}{4\pi^2} \\ &= 0,002786 < 0,01 \text{ Bangunan kategori IO (Immediate Occupancy)} \end{aligned}$$

Keterangan :

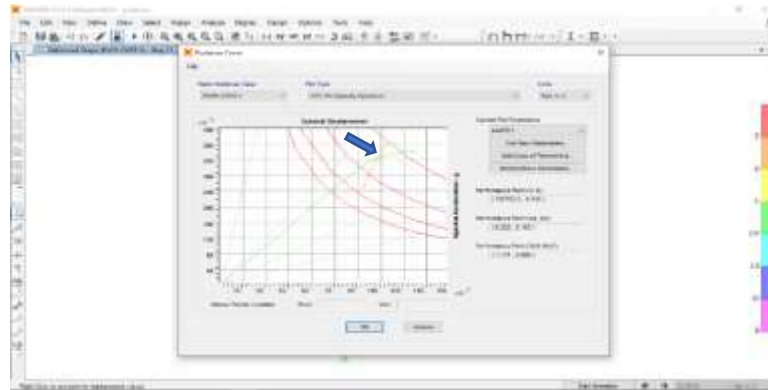
C_0 = Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan banyaknya lantai bangunan, Tabel 8-8 ATC 40 (*Redwood City : 1996*))

C_1 = 1,0 ($T_{eff} > T_0$; $0,795 > 0,1245$; ATC 40 8.2.2.2 (*Redwood City : 1996*))

C_2 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (bulatan merah muda = IO sesuai dengan hasil parameter SAP 2000 V21, Tabel 8-9 (*Redwood City : 1996*))

C_3 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan hasil *Post – yield Stiffness/* hasil arah grafik nilai *Resultan Base Shear VS Monitored Displacement* pada gedung (+), ATC 40 8.2.2.2)

Teff = Periode Fundamental Efektif (s)



Gambar 3 Kurva kapasitas Pushover arah Y berdasarkan ATC 40

Tabel 2. Nilai Performance point

V (Kg) , D (m)	735765.5 Kg ; 0.146 m
Sa , Sd	0,325 g ; 0.103 m
Teff , Beff	1.131 s ; 0.069 %

Perhitungan target perpindahan (δ_t) :

$$\begin{aligned} \delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_{eff}^2}{4\pi^2} \\ &= 1,44 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,325 \frac{0,795^2}{4\pi^2} \\ &= 0,002786 < 0,01 \text{ Bangunan kategori IO (Immediate Occupancy)} \end{aligned}$$

Keterangan :

- C_0 = Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan banyaknya lantai bangunan, Tabel 8-8 ATC 40 (*Redwood City : 1996*))
- C_1 = 1,0 ($T_{eff} > T_0$; $0,795 > 0,1245$; ATC 40 8.2.2.2 (*Redwood City : 1996*))
- C_2 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (bulatan merah muda = IO sesuai dengan hasil parameter SAP 2000 V21, Tabel 8-9 (*Redwood City : 1996*))
- C_3 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan hasil *Post – yield Stiffness/* hasil arah grafik nilai *Resultan Base Shear VS Monitored Displacement* pada gedung (+), ATC 40 8.2.2.2)
- Teff = Periode Fundamental Efektif (s)

Menurut ATC tabel 11-2 [3]. *Maximum Total Drift Ratio = Maximum Roof Drift (Dt) / H*

• *Maximum Total Drift Ratio* pada sumbu X

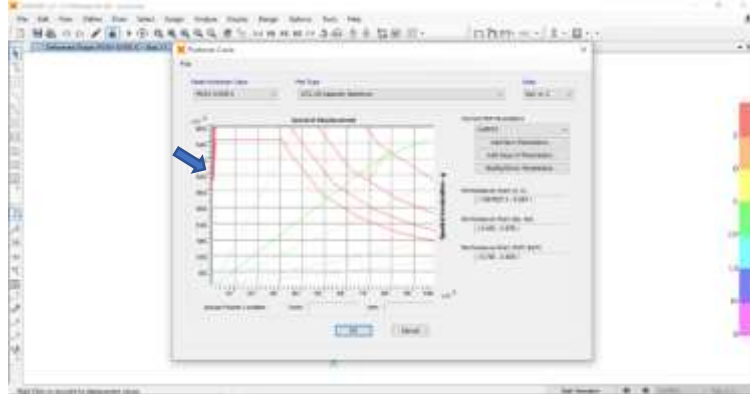
$$\frac{D_t}{H} = \frac{0,097}{21,95} = 0,004 < 0,01$$

• *Maximum Total Drift Ratio* pada sumbu Y

$$\frac{D_t}{H} = \frac{0,146}{21,95} = 0,006 < 0,01$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka *Performance Level* pada bangunan dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*)

2. Pada hasil Analisa Struktur gedung sesuai dengan SNI 03-1726-2019 [4] untuk arah X maupun arah Y dapat diketahui nilai *Maximum Roof Drift* sebesar lebih kecil dari batasan antar lantai ijin. Maka dikategorikan memenuhi syarat keamanan gedung. Dari hasil *Maximum Total Drift Ratio* pada arah X dan Y memiliki nilai kurang dari 0,01 dimana nilai tersebut sebagai batasan kategori IO (*Immediate Occupancy*). Hal ini dapat disimpulkan bahwa struktur gedung pasca terjadi gempa tidak ada kerusakan yang berarti pada komponen struktural gedung.



Gambar 4 Kurva kapasitas Pushover arah X berdasarkan ATC 40

Tabel 3. Nilai *Performance point*

V (Kg) , D (m)	1097627.4 Kg ; 0.097 m
Sa , Sd	0,483 g ; 0.076 m
Teff , Beff	0.795 s ; 0.059 %

Perhitungan target perpindahan (δ_t) :

$$\begin{aligned} \delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_{eff}^2}{4\pi^2} \\ &= 1,44 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,483 \frac{0,795^2}{4\pi^2} \\ &= 0,002786 < 0,01 \text{ Bangunan kategori IO (Immediate Occupancy)} \end{aligned}$$

Keterangan :

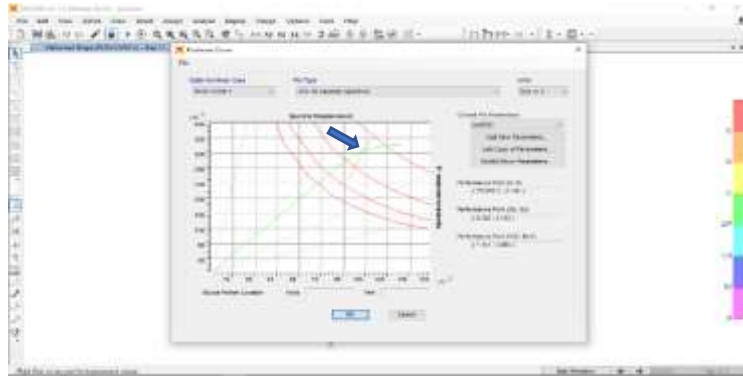
C_0 = Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan banyaknya lantai bangunan, Tabel 8-8 ATC 40 (*Redwood City : 1996*))

C_1 = 1,0 ($T_{eff} > T_0$; $0,795 > 0,1245$; ATC 40 8.2.2.2 (*Redwood City : 1996*))

C_2 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (bulatan merah muda = IO sesuai dengan hasil parameter SAP 2000 V21, Tabel 8-9 (*Redwood City : 1996*))

C_3 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan hasil *Post – yield Stiffness* / hasil arah grafik nilai *Resultan Base Shear VS Monitored Displacement* pada gedung (+), ATC 40 8.2.2.2)

Teff = Periode Fundamental Efektif (s)



Gambar 5 Kurva kapasitas Pushover arah Y berdasarkan ATC 40

Tabel 4. Nilai Performance point

V (Kg) , D(m)	735765.5 Kg ; 0.146 m
Sa , Sd	0,325 g ; 0.103 m
Teff , Beff	1.131 s ; 0.069 %

Perhitungan target perpindahan (δ_t) :

$$\begin{aligned} \delta_t &= C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_{eff}^2}{4\pi^2} \\ &= 1,44 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,483 \frac{0,795^2}{4\pi^2} \\ &= 0,002786 < 0,01 \text{ Bangunan kategori IO (Immediate Occupancy)} \end{aligned}$$

Keterangan :

- C_0 = Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan banyaknya lantai bangunan, Tabel 8-8 ATC 40 (*Redwood City : 1996*))
- C_1 = 1,0 ($T_{eff} > T_0$; $0,795 > 0,1245$; ATC 40 8.2.2.2 (*Redwood City : 1996*))
- C_2 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (bulatan merah muda = IO sesuai dengan hasil parameter SAP 2000 V21, Tabel 8-9 (*Redwood City : 1996*))
- C_3 = 1,0 Nilai Modifikasi Faktor (sesuai dengan hasil *Post – yield Stiffness* / hasil arah grafik nilai *Resultan Base Shear VS Monitored Displacement* pada gedung (+), ATC 40 8.2.2.2)
- T_{eff} = Periode Fundamental Efektif (s)

Menurut ATC tabel 11-2. *Maximum Total Drift Ratio = Maximum Roof*

Drift (Dt) / H

- *Maximum Total Drift Ratio* pada sumbu X

$$\frac{Dt}{H} = \frac{0,097}{21,95} = 0,004 < 0,01$$

- *Maximum Total Drift Ratio* pada sumbu Y

$$\frac{Dt}{H} = \frac{0,146}{21,95} = 0,006 < 0,01$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka *Performance Level* pada bangunan dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*)

4. KESIMPULAN

Pada gedung sesuai SNI 03-1726-2012 dengan metode *Pushover Analysis* evaluasi kinerja struktur didapatkan hasil analisis perhitungan *Maximum Total Drift Ratio* pada arah X sebesar 0,004 dan Y sebesar 0,006 kurang dari 0,01. Maka *Performance Level* pada bangunan dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*). Dapat disimpulkan bahwa *Performance Level* pada metode yang digunakan pada analisa bangunan the batu hotel and villas termasuk pada kategori level kinerja IO (*Immediate Occupancy*).

Pada gedung sesuai SNI 03-1726-2012 dengan metode *Pushover Analysis* evaluasi kinerja struktur didapatkan hasil analisis perhitungan *Maximum Total Drift Ratio* pada arah X sebesar 0,004 dan Y sebesar 0,006 kurang dari 0,01. Maka *Performance Level* pada bangunan dikategorikan IO (*Immediate Occupancy*). Dapat disimpulkan bahwa *Performance Level* pada metode yang digunakan pada analisa bangunan the batu hotel and villas termasuk pada kategori level kinerja IO (*Immediate Occupancy*).

5. REERENSI

- [1] Al rasjid dkk,2013 “ studi perilaku bangunan multi tower 15 lantai menggunakan metode non-linier time history analysis dengan membandingkan dua letak shearwall pada struktur “. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan , Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- [2] SNI 03-1726-2012 ‘Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung’.
- [3] *Applied Technology Council (ATC40-1996) ‘ Sismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings ’*.
- [4] SNI 03-1726-2019 ‘Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung’.