

KAJIAN ANALISIS PUSHOVER UNTUK PERFORMANCE BASED DESIGN PADA AWANA CONDOTEL YOGYAKARTA

Study Pushover Analysis for Performance Based Design OnAwana Condotel Yogyakarta

Dwi Kurniati

⁽¹⁾Staff Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Jl. Glagahsari 63 Umbulharjo Yogyakarta, email: dwi.kurniati@staff.uty.ac.id

ABSTRAK

Bangunan condotel merupakan salah satu fasilitas publik yang harus diperhatikan baik segi keamanan maupun kenyamanannya. Berbagai bentuk bangunan condotel di desain sedemikian rupa agar terlihat artistik sehingga menarik para pelancong untuk menginap. Daerah Istimewa Yogyakarta dalam sepuluh tahun belakangan mulai ramai pembangunan gedung bertingkat banyak termasuk berbagai apartemen, hotel, condotel, bahkan mall. Berada di lokasi wilayah gempa sedang, maka Awana Condotel Yogyakarta menjadi objek penelitian kali ini. Berbagai peraturan terkait keamanan bangunan Gedung telah dikeluarkan oleh pemerintah, hal ini guna menjamin mutu baik kualitas maupun kuantitas dari bangunan tersebut. Tujuan dari penelitian ini yang pertama adalah mengevaluasi kinerja tahanan gempa Awana Condotel Yogyakarta baik dari arah x maupun dari arah y, yang kedua adalah bagaimana pola keruntuhan yang terjadi. Metode penelitian yang digunakan ialah analisis pushover dengan bantuan software SAP2000v.14 untuk menghitung *performance based design* berdasarkan peraturan *Applied Technology Council* (ATC-40). Berdasarkan hasil analisis maka, didapatkan nilai *performance point* untuk arah x dan arah y sebesar 0,002. Hasil evaluasi *performance based design* menunjukkan bahwa, Gedung Awana Condotel Yogyakarta masuk ke dalam kinerja IO yaitu *Immediate Occupancy*. Kinerja *Immediate Occupancy* memiliki definisi yaitu, ketika terjadi gempa maka elemen struktural bangunan tetap berdiri kokoh, dan non-struktur juga tidak mengalami kerusakan, sehingga bangunan dapat langsung digunakan kembali untuk beraktivitas.

Kata kunci : *Condotel, Non-Linier, Performance, Pushover, ATC 40*

PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta dengan luas wilayah sekitar 3.185,08 km², merupakan salah satu kota wisata yang paling banyak di kunjungi jika musim liburan tiba. Selain itu juga, Daerah Istimewa Yogyakarta terkenal sebagai kota pelajar. Hal inilah yang mendasari banyaknya investor berani membangun hotel, apartemen dan mall dalam sepuluh tahun belakangan ini. Perencanaan Gedung bertingkat banyak tidak terlepas dari lokasi tanah yang akan dibangun, hal ini berarti berada di wilayah gempa berapa bangun tersebut akan berdiri, kemudian fungsi atau penggunaan bangunan tersebut, dan yang terpenting adalah harus tertibnya dalam penggunaan peraturan pembebanan ataupun peraturan lain yang terkait.

Trend perencanaan yang terkini yaitu *performance based seismic design*, yang memanfaatkan teknik analisis non-linier berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas getaran tanah (gempa), sehingga dapat diketahui kinerja pada kondisi kritis. Analisis dinamis non-linier riwayat waktu yang merupakan analisis yang paling tepat mencerminkan perilaku seismik dari suatu struktur. Analisis *pushover* digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan pada saat terjadi gempa dengan direpresentasikan menggunakan level kinerja sesuai aturan, sehingga perencanaan ini bisa disebut dengan perencanaan tahan gempa berbasis kinerja. Level kinerja akan memberitaukan perilaku keruntuhan bangunan pada saat terjadi gempa sesuai dengan kondisi yang ada.

Penelitian bertujuan mengevaluasi kinerja tahanan gempa Awana Condotel Yogyakarta baik dari arah x maupun dari arah y, serta mengetahui bagaimana pola keruntuhan yang terjadi. Penelitian mengevaluasi kinerja bangunan yang ada di Yogyakarta yaitu bangunan Awana Condotel Yogyakarta yang ada di Jl. Mayjen Sutoyo No. 52, Mantrijeron, Yogyakarta.

TINJAUAN PUSTAKA

Pergerakan plat tektonik mengakibatkan permukaan tanah bergeser. Apabila gempa bumi terjadi, maka struktur bangunan akan ikut terpengaruh oleh getaran gempa. Selanjutnya struktur bangunan akan merespon gempa tersebut. Struktur akan beresonansi memberikan gaya-gaya dalam. Apabila gaya gempa lebih kecil dari gaya dalam struktur, maka struktur akan kuat dan aman menahan beban gempa. Sebaliknya apabila gaya gempa lebih besar dari gaya dalam struktur, maka struktur tidak kuat menahan dan menjadi tidak aman sehingga dapat menyebabkan keruntuhan struktur bangunan.

Analisis statis non-linear (pushover analysis) digunakan untuk mengetahui perilaku struktur akibat gempa besar dan merupakan salah satu performance based design dengan konsep memberikan suatu pola beban lateral statik terhadap bangunan secara bertahap sampai memenuhi target perpindahan lateral yang direncanakan. Hasil dari metode ini adalah kurva base shear-roof displacement yang selanjutnya diproses untuk menentukan titik kinerja (performance point) dan tingkat kinerja struktur dengan menggunakan dua prosedur berdasarkan ATC-40 1997 yaitu prosedur A dan prosedur B. Pada analisis ini dilakukan pemodelan dari gedung fakultas ilmu sosial dan politik Universitas Brawijaya, lalu gedung tersebut dianalisis untuk mengetahui simpangan antar lantainya, tingkat kinerja dari bangunan, dan titik performa yang dihasilkan dengan dua macam respon spektrum desain berdasarkan SNI-1726-2002 dan SNI-1726-2012. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan program SAP2000 v19 dan berdasarkan ketentuan yang ada di ATC 40 1997. Hasil yang diperoleh dari pushover analysis ini untuk prosedur A adalah dimana dihasilkan titik performa (0.315, 0.0602) untuk gempa desain respon spektrum SNI-1726-2002 dan (0.205, 0.0379) gempa desain respon spektrum SNI-1726-2012. Sedangkan titik performa (performance point) untuk prosedur B dimana dihasilkan titik performa (0.277, 0.08) untuk gempa desain respon spektrum SNI-1726-2002 dan (0.184, 0.053) gempa desain respon spektrum SNI-1726-2012. Mekanisme runtuh yang terjadi dimulai dari balok terlebih dahulu baru kemudian kolom sehingga bangunan masih relatif aman untuk dihuni (beam sidesway mechanism). Berdasarkan ATC-40 1997 semua hasil analisis baik prosedur A maupun prosedur B dengan dua peraturan berdasarkan SNI 2002 dan 2012 tingkat kinerja struktur adalah Immediate Occupancy (Sandhi et al.)

Di Indonesia, tantangan yang dihadapi dalam konstruksi gedung bertingkat adalah adanya risiko akibat gempa bumi. Salah satu metode untuk analisis beban gempa adalah analisis pushover. Analisis pushover merupakan prosedur analisis untuk mengetahui perilaku keruntuhan suatu bangunan terhadap gempa. Penelitian dilakukan untuk mengetahui berapa besar gaya maksimum yang ditahan oleh struktur, level kinerja, dan pola keruntuhan struktur gedung bertingkat tipe podium, akibat beban gempa. Pemodelan struktur yang dibuat berupa bangunan non podium, podium I, podium II, podium III, dan podium IV. Struktur bangunan dari beton bertulang, berlantai 12, tinggi tiap lantai 4 meter, dan jarak antara bentang 6 meter. Standar analisis mengacu pada tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung SNI 1726:2012, ATC 40 dan FEMA 356. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan software SAP2000. Penelitian ini menghasilkan, gaya geser dasar maksimum yang menentukan dari kelima tipe gedung yang terbesar, yaitu gedung non podium 2165 ton dengan perpindahan maksimum 0,97m, dan yang terkecil adalah gedung podium III yaitu 1614 ton, dengan perpindahan maksimum 0,63 m. Level kinerja berdasarkan ATC 40 masuk dalam kategori Immediate Occupancy, berdasarkan FEMA 356 masuk kategori level B, dan berdasarkan SNI 1726:2012 memenuhi batasan simpangan antar lantai. Pola keruntuhan gedung sesuai dengan prinsip kolom kuat balok lemah (Manalip et al.).

Rachmad Sulistya (2015), menyatakan dalam penelitiannya bahwa Gedung Kampus 1 Universitas Teknologi Yogyakarta ini berada di dalam level kinerja (*performance point*) *immediate occupancy*. *Immediate Occupancy* mempunyai arti bahwa gedung ini tidak mengalami kerusakan yang cukup signifikan ketika terjadi gempa karena kekakuan dan stabilitas strukturnya masih terjaga. Hanya terjadi kerusakan kecil yang dalam hal tersebut tidak berpengaruh ke struktur utama bangunan. Titik level kinerja terjadi pada beban 10.468,291 kN atau setara dengan 1100 Ton dengan δt (*drift* maksimal) 0,039 m.

Menurut ATC-40 (Atc 40), kriteria-kriteria struktur tahan gempa adalah sebagai berikut :

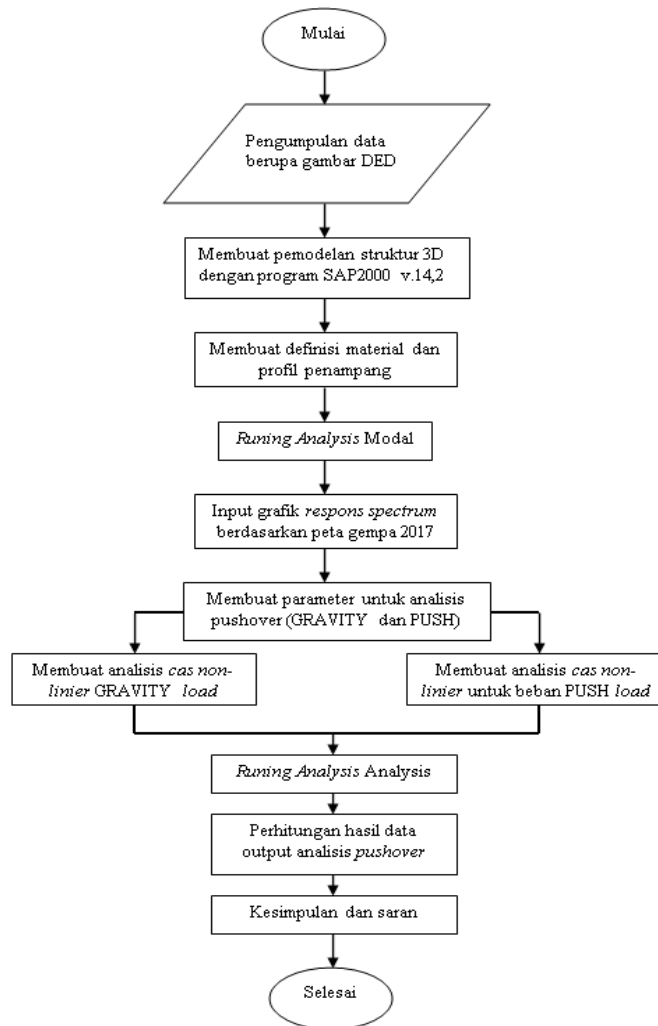
1. *Immediate Occupancy* (IO)

Bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa tersebut, struktur tidak mengalami kerusakan struktural dan tidak mengalami kerusakan non structural, sehingga dapat langsung dipakai.

2. *Life Safety (LS)*
Bila gempa terjadi, struktur mampu menahan gempa dengan sedikit kerusakan struktural, manusia yang tinggal/berada pada bangunan tersebut terjaga keselamatannya dari gempa bumi.
3. *Collapse Pervention (CP)*
Bila gempa terjadi, struktur mengalami kerusakan struktural yang sangat berat tetapi belum runtuh.
4. *Structural Stability (SS)*
Kondisi dimana struktur telah mengalami kerusakan parsial ataupun total, kerusakan yang terjadi telah menyebabkan degradasi kekuatan dan kekakuan pada sistem penahan gaya lateral.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan ialah analisis pushover dengan bantuan software SAP2000v.14 untuk menghitung *performance based design* berdasarkan peraturan *Applied Technology Council (ATC-40)* yaitu penggunaan *Capacity Spectrum Method*. bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Awana Condotel Yogyakarta untuk dinding beton basement, balok & plat lantai basement sampai atap menggunakan mutu beton sebesar 29 MPa, untuk kolom dan dinding *shearwall* mutu betonnya sebesar 37 MPa. Material struktur baja tulangan yang digunakan memiliki mutu sebesar 240 MPa untuk tulangan polos dan 400 MPa untuk tulangan ulir (deform). Dinding yang digunakan berupa bata merah dan bata ringan. Lantai 1 hingga lantai 3

menggunakan dinding bata merah, sedangkan lantai 5 hingga lantai 10 dinding yang digunakan adalah bata ringan. Untuk atap menggunakan dak beton dan genteng keramik warna doff.

Analisis pada penelitian ini menggunakan program bantu SAP2000 v.14 untuk mendapatkan *Performance Point* yang ditunjukkan berdasarkan kurva kapasitas. Awana Condotel Yogyakarta memiliki 10 lantai dengan tinggi lantai dasar hingga lantai 9, dengan konfigurasi gedung dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Konfigurasi gedung

No.	Lantai	Tinggi Lantai (m)
1	Lantai GF	3.32
2	Lantai 1	4
3	Lantai 2	3,1
4	Lantai 3	3,1
5	Lantai 5	3,1
6	Lantai 6	3,1
7	Lantai 7	3,1
8	Lantai 8	3,1
9	Lantai 9	3,1

(Sumber : DED Awana Condotel Yogyakarta)

Data elemen struktur yang digunakan pada bangunan gedung bersifat tipikal dari lantai dasar sampai lantai 9. Pada Tabel 2 dan Tabel 3 di bawah ini merupakan daftar tipe kolom dan tipe balok dari Awana Condotel Yogyakarta. Untuk pemodelan SAP2000 v.14 dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 2. Tipe kolom

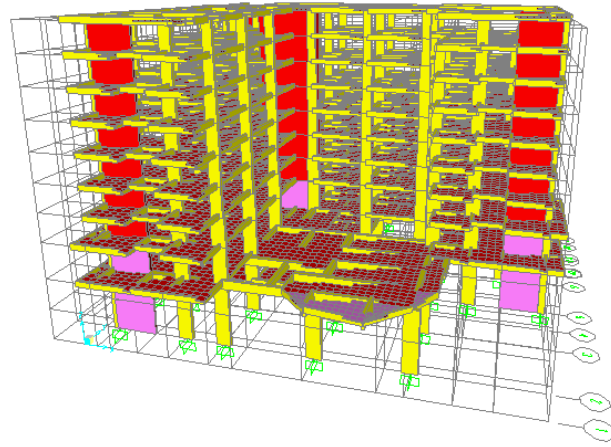
No.	Tipe	Dimensi (mm)
1	K1	400/1000
		400/1200
		400/1500
2	K2	400/500
		400/700
3	K3	400/1200
		400/1400
		400/1600
4	K4	400/1600
		250/250
5	K5	250/250
6	KL	500/500

(Sumber : DED Awana Condotel Yogyakarta)

Tabel 3. Tipe balok

No.	Tipe	Dimensi (mm)
1	B1	300/600
2	B3	300/500
3	B4	400/800
4	B5	600/600
5	B7	400/600
6	B1K	300/600
7	B2K	400/600
8	BKR	500/900
9	BK1	250/1500
10	BKR1	400/900
11	AKR	400/700
12	A1	300/600
13	A2	300/500
14	A3	200/400
15	A4	200/400
16	A5	200/600

(Sumber : DED Awana Condotel Yogyakarta)



Gambar 2. Pemodelan 3D pada SAP2000

Jenis pembebanan struktur yang dipakai di dalam program SAP2000 v.14,2 cukup banyak dan beragam, namun semua tidak semua harus digunakan dalam pembebanan. Cukup yang sesuai dengan kebutuhan. Analisis ini digunakan beban sebagai berikut :

1. Dead = beban berat sendiri elemen struktur seperti balok, plat, kolom, dan shearwall.
2. Live = beban hidup tereduksi.
3. Quake = beban gempa sesuai lokasi bangunan.
4. RSP = grafik percepatan *respons spectrum*.
5. Gravity = beban gravitasi.
6. Push = beban lateral untuk analisis *pushover*.

Analisis *pushover* dilakukan dengan metode spektrum kapasitas (*Capacity Spectrum Method*) sesuai dengan ATC-40, 1996(Atc 40). Analisis *pushover* sangat tepat dilakukan dengan bantuan program. Dalam penelitian ini, proses analisis dilakukan dengan bantuan program SAP2000 v14.

Properti sendi dalam pemodelan ini untuk elemen kolom menggunakan tipe sendi P-N2-M3, sedangkan untuk elemen balok menggunakan tipe sendi default-M3, karena balok efektif menahan gayamomen dalam arah sumbu kuat (sumbu-3), sehingga sendi plastis diharapkan terjadi pada elemen balok. Sendi diasumsikan terletak pada masing-masing ujung elemen kolom dan balok.

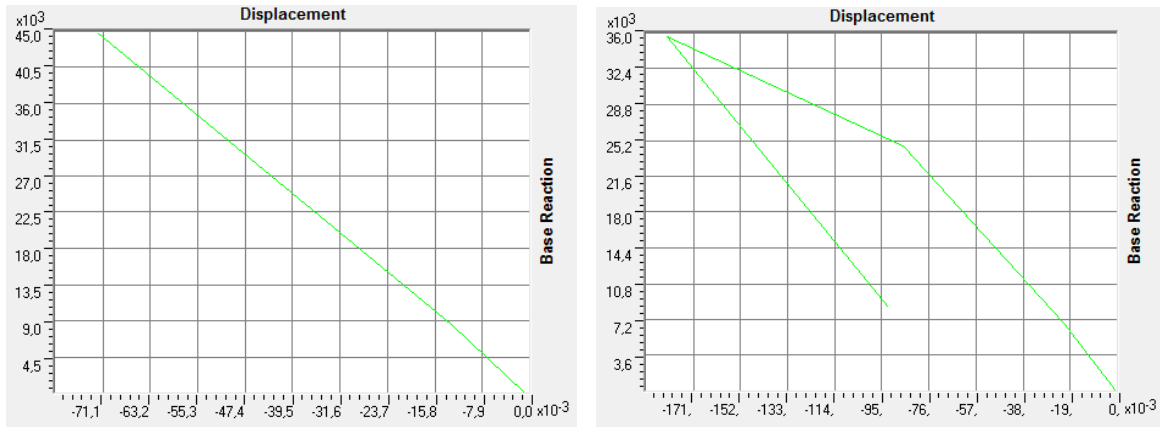
Pada saat analisis *pushover* menggunakan *software* SAP2000 v.14 proses *running* dilakukan dengan memasukkan dua macam proses *running*, yaitu sebagai berikut :

1. GRAVITY : proses push-nya dilakukan oleh beban mati (*Dead Load*) beban hidup (*Live Load*).
2. PUSH : proses push-nya dilakukan oleh displacement 4 % dari total tinggi bangunan.

Untuk mengetahui target peralihan dipilih pada sumbu lemah dari struktur bangunan yang ditinjau, pada bangunan ini terletak sumbu lemah berada di sumbu Y.

Metode *pushover* adalah suatu analisis statik *non-linier* dimana pengaruh gempa rencana terhadap struktur bangunan dianggap sebagai beban-beban statik yang ada pada pusat massa masing-masing lantai, yang nilainya ditingkatkan secara berangsur-angsur sampai melampaui pembebanan yang menyebabkan terjadinya pelelehan (sendi plastis) pertama di dalam struktur bangunan gedung dengan peningkatan beban lebih lanjut mengalami perubahan bentuk pasca-elastik yang besar sampai mencapai kondisi plastis. Hasil analisis *pushover* yang dilakukan dengan program SAP2000 v.14 *non-linier* adalah kurva kapasitas (*Capacity Curve*) skema pelelehan berupa distribusi sendi plastis yang terjadi dan *Performance Point*.

Kurva kapasitas menunjukkan hubungan antara gaya gempa dan perpindahan yang terjadi hingga struktur tersebut runtuh. Perpindahan yang ditinjau adalah perpindahan gaya atap dan gaya geser dasar (*Base Shear*). Kurva kapasitas (*Capacity Curve*) dan skema pelelehan sendi plastis dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Kurva kapasitas (*Capacity Curve*) Push X(kiri) dan Push Y(kanan)

Berdasarkan hasil perhitungan analisis *pushover* besarnya gaya lateral maksimum yang mampu ditahan oleh struktur sebesar 44875,908 kN yang terjadi pada step 2, dengan *displacement* 0,0721 m pada *push x*. Gaya lateral yang mampu ditahan untuk *push y* sebesar 35676,147 kN yang terjadi pada step 3, sedangkan pada step 4 gaya lateral yang mampu ditahan oleh struktur menurun menjadi 8416,710 kN, kemudian struktur mengalami penurunan gaya geser dasar dan *collapse*.

Sendi plastis yang direncanakan agar sesuai dengan mekanisme yang direncanakan yaitu *Beam Sway Mechanism (Strong Column Weak Beam)*. Di mana sendi-sendi plastis untuk struktur direncanakan dapat terjadi pada elemen balok dan kolom dasar bangunan. Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui letak sendi plastis yang terbentuk di daerah lantai. Pada Tabel 4 dan Tabel 5 dapat dilihat distribusi sendi plastis untuk *push x* dan *push y*.

Tabel 4. Distribusi sendi plastis Push X

No.	Displacement (m)	Base Force (kN)
0	-0,000780	0,000
1	-0,013110	8597,113
2	-0,072055	44875,908

(Sumber : SAP, *Pushover Cruve*)

Tabel 5. Distribusi sendi plastis Push Y

No.	Displacement (m)	Base Force (kN)
0	-0,000455	0,000
1	-0,021823	6816,014
2	-0,086445	24612,109
3	-0,181505	35676,147
4	-0,092249	8416,710

(Sumber : SAP, *Pushover Cruve*)

Nilai Rasio Drift Push X

$$\begin{aligned} \text{Maksimum total drift} &= \frac{Dt}{H_{total}} \\ &= \frac{0,061}{29,02} \\ &= 0,0021 \\ \text{Maksimum in-elastic drift} &= \frac{(Dt-D1)}{H_{total}} \\ &= \frac{(0,061 - 0,013)}{29,02} \\ &= \frac{0,048}{29,02} \\ &= 0,0017 \end{aligned}$$

Nilai Rasio Drift Push Y

$$\begin{aligned} \text{Maksimum total drift} &= \frac{Dt}{H_{total}} \\ &= \frac{0,090}{29,02} \\ &= 0,0021 \\ \text{Maksimum in-elastic drift} &= \frac{(Dt-D1)}{H_{total}} \\ &= \frac{(0,090 - 0,022)}{29,02} \\ &= \frac{0,068}{29,02} \\ &= 0,0023 \end{aligned}$$

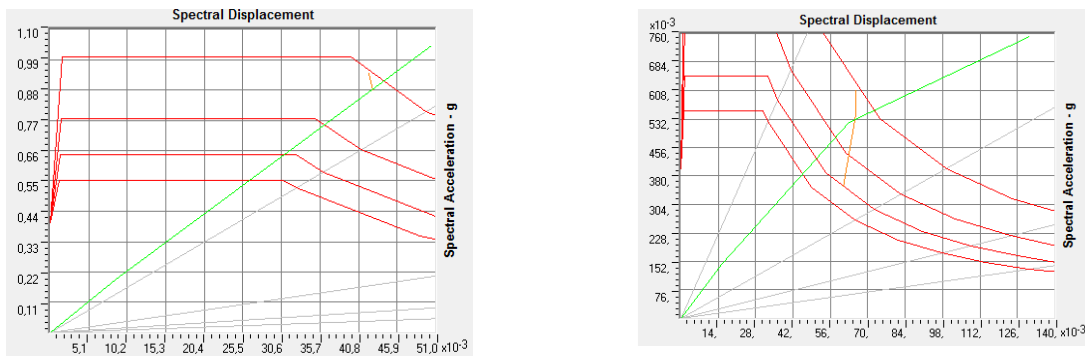
Berdasarkan batasan *rasio drift* menurut ATC-40 hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa Awana Condotel Yogyakarta termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy (IO)*, hal ini berarti bahwa bila terjadi gempa gedung tidak mengalami kerusakan struktur dan non struktural sehingga bangunan tersebut tetap aman digunakan.

Tabel 6. Batasan Rasio Drift

Performance Point		
IO	LS	CP
0,005	0,01	0,02

(Sumber: ATC-40)

Berdasarkan kurva respons spektrum rencana dari peta gempa 2017 untuk wilayah Yogyakarta dengan kondisi tanah sedang (BSN-Peta Gempa2017) untuk nilai $S_s = 1,2$ dan $S_1 = 0,4$ sebagai input analisis *pushover* dalam format ADRS (*acceleration-displacementresponse spectrum*) ditampilkan pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Kurva Respons Spectrum PushX (kiri) dan PushY (kanan)

Berikut ini adalah data yang didapatkan dari *performance point push x* dan *push y*.

Nilai *Performance Point Push X* :

V = 38025,437
 D = -0,061
 Sa = 0,879
 Sd = 0,043
 Teff = 0,0439
 Beff = 0,055

Nilai *Performance Point Push Y* :

V = 24999,808
 D = -0,090
 Sa = 0,531
 Sd = 0,063
 Teff = 0,0700
 Beff = 0,065

Berdasarkan analisis dengan software SAP2000 v.14 didapatkan gaya geser untuk *push x* dan *push y*, yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 di bawah ini.

Tabel 7. Evaluasi kinerja struktur PushX

Gaya geser dasar (kN)	Performance Point			
	Vt (kN)	Dt	Bef f (%)	Teff (detik)
9948,87 7	38025,43 7	0,06 1	5,5	0,439

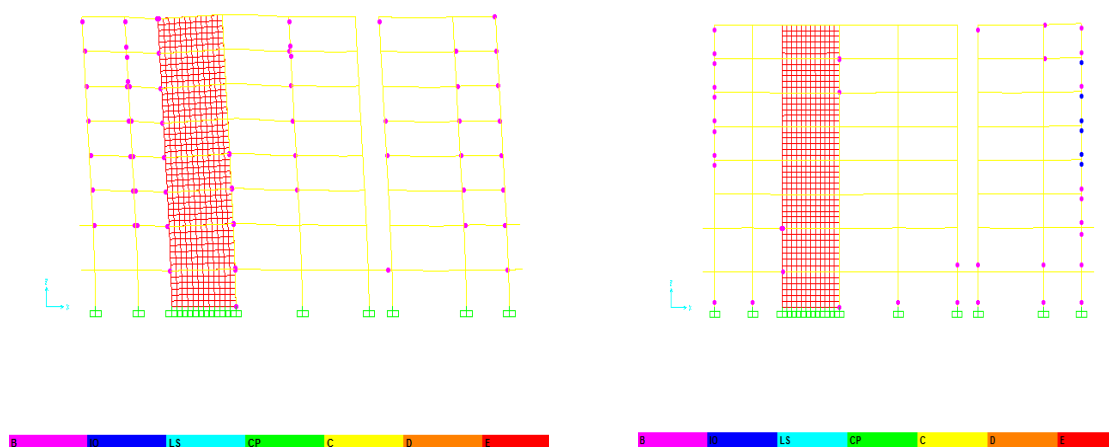
(Sumber : SAP, Pushover Cruve)

Tabel 8. Evaluasi kinerja struktur PushY

Gaya geser dasar (kN)	Performance Point			
	Vt (kN)	Dt	Bef f (%)	Teff (detik)
9948,87 7	24999,80 8	0,09 0	6,5	0,700

(Sumber : SAP, Pushover Cruve)

Dari Tabel 7 dan Tabel 8 diatas dapat dilihat nilai gaya geser dasar V_t *push x* = 38025,437 kN > $V_x = 9948,877$ kN dan V_t *push y* = 24999,808 kN > $V_y = 9948,877$ kN. Nilai redaman efektif (β_{eff}) *push x* sebesar 5,5% dan nilai redaman efektif (β_{eff}) *push y* sebesar 6,5%, nilai tersebut lebih kecil dari batasan redaman efektif maksimum yang diijinkan yaitu 40%. Maka berdasarkan metode spektrum kapasitas perilaku struktur arah x dan y pada gempa rencana telah mengalami in-elastis yang disebabkan pelelehan pada sendi plastisnya. Batasan maksimum *displacement* sebesar 0,02H (0,3 m), target hasil *displacement* dari hasil analisis *pushover push x* sebesar 0,061 m < 0,3 m dan *push y* sebesar 0,090 < 0,3 m sehingga gedung tersebut memenuhi syarat keamanan. Gambar 5 berikut ini menampilkan gambaran sendi plastis *push x* dan *push y*.

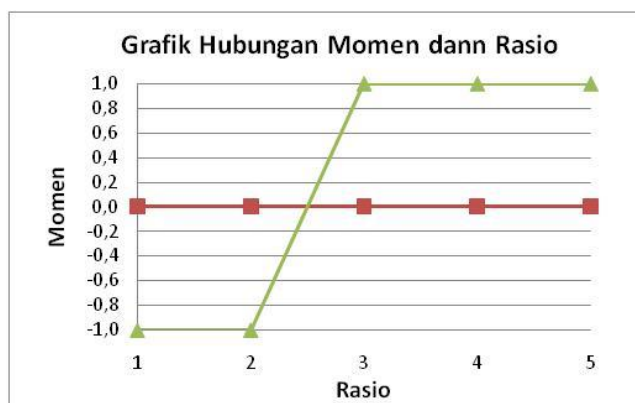


Gambar 5. Portal 2D Push X (kiri) dan Push Y (kanan)

Pada Gambar 5 *push x* (kiri) nilai *displacement* adalah 0,0721 m. Pada tahap ini perilaku Awana Condotel Yogyakarta masih berperilaku linier. Terjadinya sendi plastis pada level B menunjukkan batas linier pada struktur balok tersebut yang kemudian diikuti pelelehan pertama pada struktur pada balok tersebut. Walaupun sudah terjadi pelelehan pada struktur namun perilaku bangunan masih dalam keadaan linier.

Pada Gambar 5 *push y* (kanan) sendi plastis berada pada level IO. Sendi plastis ini terjadi pada beberapa elemen kolom dan balok. Pada tahap ini struktur gedung sudah berperilaku *non-linier*. Pada tahap ini nilai *displacement* adalah 0,1815 m dengan nilai gaya geser dasar sebesar 35676,147 kN.

Pada Gambar 7 (Manalip et al.) di bawah ini dapat dilihat hubungan momen dan rasio struktur gedung Awana Condotel Yogyakarta. Hubungan ini menunjukkan bahwa Awana Condotel Yogyakarta masuk ke dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO).



Gambar 7. Grafik Hubungan Momen dan Rasio

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan evaluasi struktur bangunan Awana Condotel Yogyakarta berdasarkan analisis statik *non-linier* menggunakan metode analisis *pushover* dengan bantuan program SAP2000 v.14 diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis dengan software SAP2000 v.14 untuk *push x* dengan gaya geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*Performance Point*) dengan gaya geser sebesar 38025,437 kN, *displacement* (Dt) 0,061 m, redaman efektif (β_{eff}) 5,5% dan waktu efektif (Teff) 0,439 detik. Hasil analisis untuk *push y* dengan gaya geser dasar sebesar 9948,877 kN diperoleh hasil kinerja struktur (*Performance Point*) dengan gaya geser sebesar 24999,808 kN, *displacement* (Dt) 0,090 m, redaman efektif (β_{eff}) 6,5% dan waktu efektif (Teff) 0,700 detik.
2. Hasil perhitungan dengan bantuan software SAP2000 v.14 menunjukkan bahwa gedung yang ditinjau termasuk dalam level kinerja *Immediate Occupancy* (IO), hal ini berarti bahwa bila terjadi gempa Awana Condotel Yogyakarta tidak mengalami kerusakan struktural dan non

struktural sehingga Gedung ini tetap aman digunakan. Struktur gedung mampu berperilaku non-linier saat terjadi gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Applied Technology Council (ATC). (1996). ATC- 40 Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings Volume 1. California: California Seismic Safety Commission.

Atc 40. <https://www.slideshare.net/maryx182/atc-40>. Accessed 12 Aug. 2018.

BSN-Peta Gempa 2017. *Kerja Sama*. no. September, 2017, p. 2017.

Manalip, Sudarman H., et al. "Analisis Pushover Pada Struktur Gedung Bertingkat Tipe Podium." *Jurnal Sipil Statik*, vol. 2, no. 4, 2014, pp. 201–13, <https://media.neliti.com/media/publications/130731-ID-none.pdf>.

Sandhi, Reza Dwipa, et al. *KAJIAN ANALISIS PUSHOVER UNTUK PERFORMANCE BASED DESIGN PADA GEDUNG FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK (FISIP) UNIVERSITAS BRAWIJAYA (Study of Analysis Pushover for Performance Based Design on Faculty of Social and Political Sciences Building of Brawijaya U*. <https://media.neliti.com/media/publications/189104-ID-kajian-analisis-pushover-untuk-performan.pdf>. Accessed 12 Aug. 2018.

Standar Nasional Indonesia. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung. 03-1726-2012.BSN. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. 2013. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. 1727-2013. BSN. Jakarta.

Sulistya Rachmad, (2015). "Evaluasi Kinerja Beton Bertulang Dengan Analisis Statik Non Linier (*Pushover Analysis*) Menggunakan Program Bantu SAP2000 (Studi Kasus : Gedung Bagian Utara Kampus 1 Universitas Teknologi Yogyakarta)". UTY. Yogyakarta.