

## EVALUASI KINERJA GEDUNG DINAS KEPENDUDUKAN DAN CATATAN SIPIL PURBALINGGA DENGAN ANALISIS *PUSHOVER*

PERFORMANCE EVALUATION OF PURBALINGGA POPULATION AND CIVIL SOCIETY DEPARTMENT WITH PUSHOVER ANALYSIS

Arnie Widyaningrum\*, Yanuar Haryanto

\*Email: arnie.wyd@gmail.com

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

---

**Abstrak**— Dalam rangka meningkatkan pelayanan bidang kependudukan, Kabupaten Purbalingga membangun gedung baru Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil. Dengan fungsi sebagai perkantoran, gedung dua lantai ini termasuk bangunan dengan kategori risiko II yang menurut peraturan harus memiliki level kinerja minimal *Life Safety* (LS) untuk kala ulang gempa 500 tahun. Kajian ini bertujuan untuk menentukan kinerja gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga. Kajian dilakukan menggunakan analisis *pushover* yang merupakan teknik yang populer oleh karena kemudahannya, yang banyak digunakan untuk mengevaluasi baik bangunan baru maupun lama. Hasil kajian menunjukkan pada saat tercapai titik kinerja, diperoleh gaya geser dasar sebesar 609.510,9 kg dan 687.598,1 kg masing-masing pada sumbu X dan sumbu Y. Rasio simpangan yang terjadi masing-masing adalah 0,71% pada sumbu X dan 0,85% pada sumbu Y. Nilai keduanya kurang dari 1% yang menandakan bahwa kinerja struktur gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga ini berada pada level *Immediate Occupancy* (IO) dimana tidak terdapat kerusakan yang berarti pada struktur, kekuatan dan kekakuannya kira-kira hampir sama dengan kondisi sebelum gempa. Komponen nonstruktur masih berada ditempatnya dan sebagian besar masih berfungsi jika utilitasnya tersedia. Gedung dapat tetap berfungsi dan tidak terganggu dengan masalah perbaikan. Dapat disimpulkan bahwa perancangan gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga telah memenuhi kaidah kegempaan.

**Kata kunci** — gempa, kinerja, perkantoran, *pushover*, simpangan.

---

**Abstract**— In order to improve the service of population area, Purbalingga regency build new building of Department of Population and Civil Registry. With the function as an office, this two-story building includes a building with risk category II which according to the rules must have a minimum level of performance *Life Safety* (LS) for the re-earthquake 500 years. This study aims to determine the performance of the building Department of Population and Civil Registry Purbalingga district. The study was conducted using pushover analysis which is a popular technique because of its ease, which is widely used to evaluate both new and old buildings. The results of the study showed that when the performance point was reached, the base shear strength was 609,510.9 kg and 687,598.1 kg on the X and Y axis respectively. The deviation ratios were 0.71% on the X and 0 axes respectively, 85% on the Y axis. The value of the two is less than 1% indicating that the performance of the Purbalingga District Office of Population and Civil Registry building is at the level of *Immediate Occupancy* (IO) where there is no significant damage to the structure, strength and rigidity of approximately almost the same as before the earthquake. Nonstructural components are still in place and most still work if the utility is available. The building can remain functional and undisturbed with repair issues. It can be concluded that the design of the building of the Department of Population and Civil Registry of Purbalingga Regency has fulfilled the rules of seismicity.

**Keywords** — earthquake, performance, office, pushover, drift.

---

### I. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk setiap tahun di Kabupaten Purbalingga menuntut pemerintah daerah tersebut untuk meningkatkan kualitas pelayanan

bidang kependudukan. Salah satu wujud usaha pemerintah Kabupaten Purbalingga dalam peningkatan kualitas pelayanan kependudukan

tersebut adalah dengan membangun gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil.

Dimana dengan dibangunnya gedung baru tersebut diharapkan semakin memudahkan masyarakat dalam mengurus data-data kependudukan. Gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil dibangun dua lantai dan berfungsi sebagai bangunan perkantoran. Menurut SNI 1726:2012, bangunan yang digunakan sebagai kantor termasuk dalam kategori risiko II. Dimana untuk kategori risiko II dalam peraturan tersebut suatu bangunan harus memiliki level kinerja gedung minimal adalah *life safety* (LS) untuk kala ulang gempa 500 tahun [1].

Gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil ini memiliki dua lantai dan mempunyai luas bangunan sebesar  $\pm 1.467 \text{ m}^2$  yang dibangun pada tanah seluas  $866,25 \text{ m}^2$ . Fungsi bangunan ini adalah sebagai gedung perkantoran merangkap gedung pertemuan yang menangani masalah dan penyimpanan arsip kependudukan Kabupaten Purbalingga. Adapun denah lantai bangunan, tampak depan, dan tampak samping bangunan ini dapat dilihat pada Gambar-1, Gambar-2, dan Gambar-3.



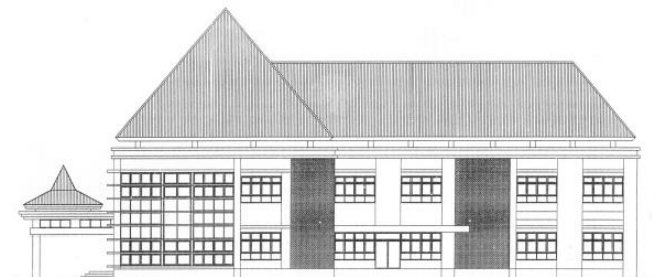
Gambar-1. Denah lantai 1 bangunan.

Jika dilihat dari gambar denah lantai, tampak depan, dan tampak samping bangunan, gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil ini memiliki tampak yang tidak simetris pada kedua sumbu orthogonal, hal ini membuat gedung memiliki kerentanan tinggi terhadap gempa. Desain struktural gedung sendiri juga tidak memiliki komposisi perletakan balok yang seragam antara lantai 2 dan lantai atap. Meskipun memiliki elevasi yang seragam,

dampak dari perletakan balok yang tidak seragam menimbulkan kekakuan yang berbeda antara lantai dua dan lantai atap. Oleh karena itu, bangunan ini perlu dievaluasi kinerjanya akibat beban gempa dengan metode analisis struktur non-linear *pushover* yang didasari oleh SNI 1726-2012 untuk mengetahui apakah dampak dari ketidak beraturan struktur tersebut akan mempengaruhi kemampuan gedung untuk menahan beban lateral (daktilitas) dan level kinerja gedung tersebut.



Gambar-2. Tampak depan bangunan.



Gambar-3. Tampak samping bangunan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### Analisis Statik Linier

Analisis statik linier adalah metode analisis gaya seismik dengan menggunakan berat gedung tiap lantai dikalikan koefisien respon seismik sebagai tetapan gaya geser seismik. Tahapan analisis ini dimulai penetapan kategori desain kemudian menetapkan gaya gesernya [1]. Gaya geser total dari analisis ini bisa diambil berdasarkan persamaan (1).

$$V = C_s \cdot x W_t \quad (1)$$

Dengan  $V$  adalah gaya geser total yang terjadi pada bangunan,  $C_s$  adalah koefisien respons seismik, dan  $W_t$  adalah berat total bangunan. Koefisien respon seismik didapatkan dari perbandingan antara respon percepatan periode pendek dan koefisien modifikasi

respon yang telah dibagi oleh faktor keutamaan gempa [1]. Formula koefisien respon seismik dianalisis berdasarkan persamaan (2).

$$C_s = \frac{S_{DS}}{R I_e} \quad (2)$$

Dimana  $S_{DS}$  adalah parameter percepatan spektrum respons desain dalam periode pendek,  $R$  adalah faktor modifikasi respons bangunan, dan  $I_e$  adalah faktor keutamaan bangunan. Nilai  $S_{DS}$  ditentukan berdasarkan kategori risiko bangunan dan kelas situs lokasi bangunan [1]. Sehingga dengan demikian nilai  $S_{DS}$  dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel-1 berikut.

**Tabel-1.** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons kecepatan pada periode pendek [1]

Nilai $S_{DS}$	Kategori Risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,5$	C	D
$0,5 \leq S_{DS}$	D	D

Berdasarkan Tabel 1 di atas, gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Purbalingga yang termasuk kategori risiko II dengan kelas situs B mempunyai nilai SDS 0,167-0,33. Kelas situs pada Kabupaten Purbalingga dikategorikan kelas situs B karena lapisan tanah pada daerah tersebut mayoritas berupa batuan.

Nilai faktor modifikasi respons bangunan ( $R$ ) ditentukan dalam Tabel 9 SNI 1726:2012 [1]. Berdasarkan tabel tersebut, gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil ini dikategorikan sebagai sistem rangka beton bertulang pemikul momen khusus dengan nilai  $R$  sebesar 8, nilai faktor kuat lebih sistem ( $\Omega_0$ ) sebesar 3, dan nilai faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) sebesar 5,5 [1]. Kemudian untuk nilai faktor keutamaan gedung ( $I_e$ ) dapat ditentukan sesuai dengan Tabel-2 berikut.

**Tabel-2.** Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons kecepatan pada periode pendek [1].

Kategori Risiko	Faktor Keutamaan Bangunan ( $I_e$ )
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Berdasarkan Tabel-2, gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil mempunyai nilai faktor keutamaan gedung ( $I_e$ ) sebesar 1,0.

Setelah mendapatkan gaya geser total langkah berikutnya adalah menentukan gaya geser tiap lantai. Distribusi gaya geser tiap lantai dapat dicari dengan mengalikan gaya geser total dengan faktor distribusi ( $C_{vx}$ ). Faktor distribusi dan gaya geser tiap lantai masing-masing dapat dicari menggunakan persamaan (3) dan (4).

$$C_{vx} = \frac{w_i h_i}{\sum_{i=1}^n w_i h_i} \quad (3)$$

$$V_i = V \cdot C_{vx} \quad (4)$$

Dengan  $w_i$  adalah berat total pada lantai ke- $i$  dan  $h_i$  adalah elevasi lantai dari tingkat sebelumnya. Selanjutnya adalah mencari simpangan tiap lantai ( $\Delta_i$ ) yang didapat dari perkalian defleksi ( $\delta$ ) dengan faktor modifikasi defleksi ( $C_d$ ) yang telah dibagi dengan faktor keutamaan gempa. Defleksi didapat dengan analisis elastik. Setelah mendapatkan nilai simpangan tiap lantai maka dapat dilanjutkan ke tahap mencari rasio simpangan tiap lantai. Formula dari kedua hasil tersebut dapat dianalisis dengan menggunakan persamaan (5) dan (6).

$$\Delta_i = (\delta_i - \delta_{i-1}) \frac{C_d}{I_e} \quad (5)$$

$$StoryDriftRatio = (\delta_i - \delta_{i-1}) / h_i \quad (6)$$

Simpangan yang terjadi antar lantai memiliki batasan yang ditentukan dalam simpangan ijin. Batasan simpangan ijin ditentukan dari kategori risiko bangunan. Klasifikasi simpangan ijin dapat dilihat pada SNI 1726:2012 Tabel 16 [1]. Berdasarkan tabel tersebut, bangunan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil ini mempunyai rasio simpangan antar lantai izin sebesar 0,02  $h_i$ . Setelah simpangan ditentukan maka dianalisis apakah struktur memiliki pengaruh P-delta. P-delta adalah efek sekunder yang bekerja pada elemen struktur yang diakibatkan oleh penambahan beban vertikal dari perpindahan horizontal struktur. Apabila nilai P-delta lebih besar dari 0,1 maka struktur memiliki dampak efek P-delta, jika sebaliknya maka struktur tidak memiliki pengaruh. Efek P-delta dapat dicari menggunakan persamaan (7).

$$P_{\text{delta}} = \frac{(w_i + w_{i+1})\Delta_i I_e}{V_i h_i C_d} \quad (7)$$

Dengan  $w_{i+1}$  adalah berat total lantai di atasnya (jika  $W_i$  adalah lantai atap maka bernilai nol).

### Analisis Non-Linier (*Pushover Analysis*)

Analisis *pushover* atau biasa dikenal sebagai analisa beban dorong merupakan analisis statik nonlinier untuk mengetahui taraf kinerja struktur [2]. Analisa dilakukan dengan memberikan suatu pola beban lateral statik pada struktur, yang kemudian secara bertahap ditingkatkan dengan faktor pengali sampai satu target perpindahan tercapai [2].

Dalam analisis statik nonlinier beban lateral harus diterapkan pada model matematik dan proporsional dengan distribusi gaya inersia pada setiap lantai diagfragma. Untuk analisis, FEMA 356 mensyaratkan penggunaan sedikitnya dua pola distribusi vertikal dan beban lateral. Salah satu pola dapat dipilih dari setiap 2 kelompok pola berikut ini.

#### a. Pola Pertama

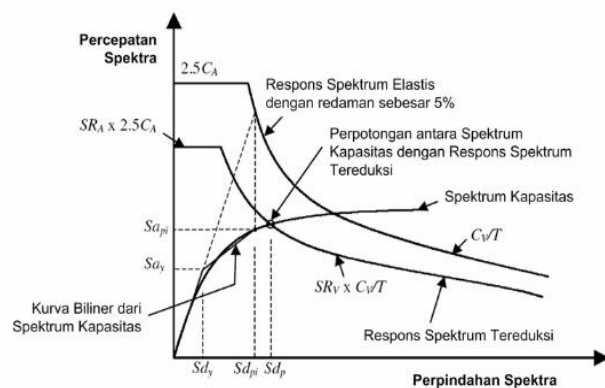
Pada pola ini terdapat tiga distribusi gaya. Pertama adalah apabila distribusi vertikal proporsional dengan nilai  $C_{vs}$ . Distribusi ini hanya jika lebih dari 75% dari total massa yang berpartisipasi dalam mode pertama pada arah yang ditinjau. Kondisi kedua adalah apabila distribusi vertikal yang proporsional dengan bentuk mode pertama arah yang ditinjau. Penggunaan distribusi ini berlaku hanya bila lebih dari 75% dari total massa yang berpartisipasi dalam mode ini. Kemudian pada kondisi ketiga yaitu apabila distribusi vertikal yang proporsional dengan gaya geser tingkat yang dihitung dengan kombinasi respon modal dari analisis spektrum termasuk mode yang cukup mencakup sedikitnya 90% dari total massa bangunan, dan menggunakan spektrum gerakan tanah yang sesuai. Distribusi ini digunakan apabila waktu getar dari mode pertama melebihi 1 detik [3].

#### b. Pola Kedua

Dalam pola kedua ini distribusi seragam terdiri dari gaya lateral yang proporsional dengan total massa dari setiap lantai, distribusi beban adaptif, yang termodifikasi dari distribusi beban awal dengan menggunakan suatu prosedur yang meninjau properti struktur yang telah leleh [3].

Evaluasi level kinerja struktur didasarkan pada gaya dan deformasi yang terjadi pada saat perpindahan pada titik kontrol. Perpindahan tersebut disebut juga dengan target perpindahan (*displacement target*,  $\delta$ ) [4]. Titik kontrol diletakkan pada pusat massa lateral atap dan model struktur [5]. Titik kontrol ini kemudian dievaluasi terhadap beban lateral yang telah ditetapkan [6]. Target perpindahan dapat dihitung dengan beberapa metode, diantaranya adalah metode spektrum kapasitas yang tercantum dalam ATC 40, metode koefisien perpindahan yang tercantum dalam FEMA 356 [7], dan metode koefisien perpindahan yang diperbaiki dalam FEMA 440 [8]. Analisis dilakukan dengan memperbesar target perpindahan sebesar 150% untuk mendapatkan perilaku bangunan saat melampaui perpindahan rencana [9]. Selain itu, dengan analisis tersebut juga diperoleh tahapan plastifikasi pada struktur bangunan yang menggambarkan pola keruntuhan bangunan hingga mencapai simpangan maksimum, serta dapat ditentukan nilai daktilitas dari struktur bangunan tersebut [9].

Analisis dengan metode spektrum kapasitas yang tercantum dalam ATC 40 menghasilkan kurva hubungan gaya dan perpindahan yang memperhitungkan kondisi inelastik struktur, serta diplot dalam bentuk format ADRS.



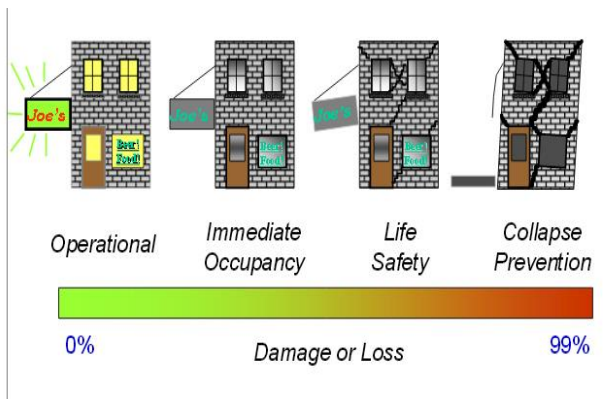
**Gambar-4.** Penentuan Titik Kinerja Metode Spektrum Kapasitas [3]

Dari Gambar-4 dapat dijelaskan bahwa pada format ADRS waktu getar ditunjukkan sebagai garis radial dari titik pusat sumbu. Waktu getar ekuivalen ( $T_e$ ) dianggap sebagai waktu getar tepat dimana gerakan tanah gempa perlu yang direduksi karena adanya efek redaman ekuivalen bertemu pada kurva kapasitas [10]. Oleh karena waktu getar ekuivalen ( $T_e$ ) dan redaman merupakan fungsi dari perpindahan, maka penyelesaian perpindahan inelastik maksimum (titik kinerja) adalah bersifat iteratif. Penentuan level

kinerja bangunan menurut ATC 40 dengan menggunakan batasan rasio perpindahan tecantum dalam Tabel-3. Dalam FEMA 451, level kinerja suatu struktur bangunan dapat dilihat pada gambar-5.

**Tabel-3.** Batasan rasio *drift* atap menurut ATC 40 [2]

Parameter	Performance Level			
	Immediate Occupancy (IO)	Damage Control	Life Safety (LS)	Structural Stability
Maksimum Total Drift	0,01	0,01-0,02	0,02	0,33
Maksimum Inelastik Drift	0,005	0,005-0,0015	No Limit	No Limit



**Gambar-5.** Level kinerja struktur bangunan [5].

Baik ATC 40 maupun FEMA 451 mengkategorikan kinerja bangunan pasca terjadinya gempa dengan kondisi operasional, *immediate occupancy*, *life safety*, dan *collapse prevention* [11]. Pada tahap operasional tidak terjadi kerusakan berarti baik pada struktur maupun non struktur bangunan, atau bangunan masih dapat tetap berfungsi. Kemudian tahap *immediate occupancy* maksudnya adalah bahwa setelah terjadi gempa struktur bangunan tidak mengalami kerusakan, komponen non struktural masih berada di tempatnya, dan bangunan masih dapat berfungsi tanpa adanya perbaikan [12]. Tahapan *life safety* adalah ketika pasca gempa terjadi keruntuhan struktur bangunan tetapi bangunan tidak sampai runtuh, komponen non struktural sudah tidak berfungsi tetapi masih bisa digunakan kembali setelah adanya perbaikan. Tahapan *collapse prevention* adalah adanya kerusakan yang berarti baik pada komponen struktur maupun non-struktur, dimana kondisi bangunan

sudah hampir runtuh akibat berkurangnya kekuatan dan kekakuan struktur bangunan [13].

### III. METODE

Tahapan yang dilakukan untuk mengevaluasi kinerja gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga adalah dengan mengumpulkan data sekunder berupa data teknis bangunan yang meliputi ukuran balok, kolom, dan pelat lantai bangunan beserta spesifikasi-spesifikasi material tersebut. Kemudian dari data-data tersebut dilakukan analisis kinerja gedung tersebut berupa analisis *pushover* dengan bantuan *software* SAP 2000. Dari hasil analisis maka diperoleh data primer berupa data lokasi sendi plastis, simpangan antar lantai, dan *performance point-performance point* yang digunakan untuk menentukan level kinerja dari bangunan tersebut [14].

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

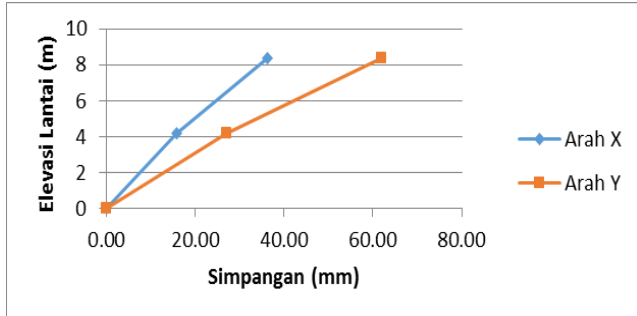
Hasil analisis statik linear yaitu berupa gaya geser dasar seismik (V), simpangan struktur, rasio simpangan dan ada atau tidaknya pengaruh P-delta. Gaya geser dasar seismik dihasilkan dari kondisi kelas situs tanah E berdasarkan SNI 1726-2012 sebesar 2704,42843 KN pada kedua arah orthogonal bidang bangunan gedung. Berdasarkan hasil analisis observasi serta pengumpulan data yang ada spesifikasi bangunan gedung adalah sistem penahan momen khusus dengan kategori desain seismik B.

Nilai simpangan tingkat diperoleh berdasarkan metoda ultimit dalam peraturan yang tercantum dalam SNI 1726-2012. Rasio simpangan didapatkan dari perbandingan total simpangan gaya geser seismik yang terjadi dengan elevasi simpangan yang ditinjau. Nilai simpangan dan rasio simpangan dapat dilihat pada Tabel-4 serta Gambar-6 dan Gambar-7. Pada kedua arah simpangan memenuhi syarat simpangan izin sebesar 0,015h atau sebesar 63 mm tiap lantai dan 126 mm simpangan maksimum.

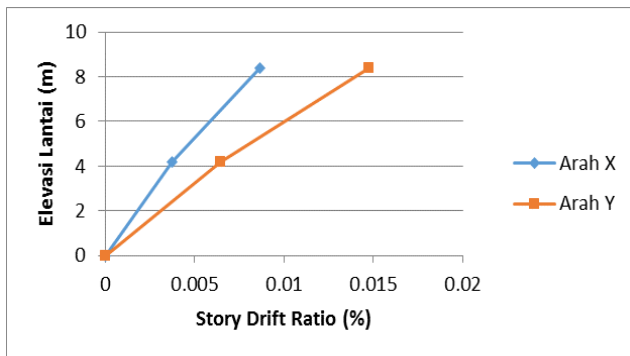
**Tabel-4.** Nilai simpangan dan rasio simpangan antar lantai

Lantai	Simpangan		Rasio Simpangan	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X	Arah Y
1	0	0	0	0
2	15,81	27,05	0,0037	0,0064

Atap	52,08	62,06	0,0062	0,0116
------	-------	-------	--------	--------

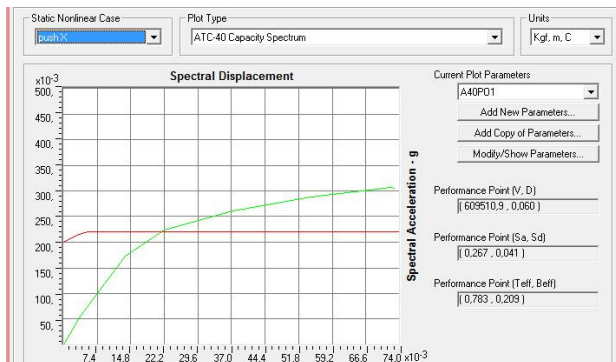


Gambar-6. Simpangan antar lantai.



Gambar-7. Rasio simpangan antar lantai.

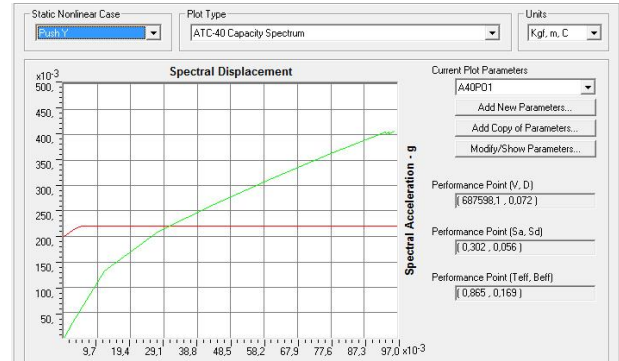
Hasil dari analisis *pushover* berupa *performance point*, yaitu titik pertemuan antara kurva *demand spectrum* dan *capacity spectrum*. Kurva *capacity* adalah hubungan antara gaya geser dengan perpindahan yang terjadi pada titik kontrol yang sebelumnya telah diasumsikan.



Gambar-8. Kurva *pushover* berdasarkan ATC-40 *capacity* spektrum arah X

*Performance point* atau titik kinerja merupakan prediksi dari kemampuan struktur untuk menahan beban dalam hal ini adalah merupakan beban gempa. Dari *performance point* ini dapat diketahui sejauh mana tingkat kerusakan struktur berdasarkan

perpindahan yang terjadi (*drift*). Hasil analisis *pushover* untuk gedung Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga dengan bantuan *software* SAP 2000 terlihat pada Gambar-8 dan Gambar-9.



Gambar-9. Kurva *pushover* berdasarkan ATC-40 *capacity* spektrum arah Y

Berdasarkan kurva *pushover* dapat diketahui nilai gaya geser dasar ( $V$ ), *displacement* pada titik kontrol ( $D$ ), *acceleration spectra* ( $S_a$ ), *displacement spectra* ( $S_d$ ), waktu getar alami efektif ( $T_{eff}$ ) dan redaman *viscous* efektif ( $\beta_{eff}$ ). Parameter-parameter tersebut dirangkum dalam Tabel-5.

Tabel-5. *Performance point* ATC-40

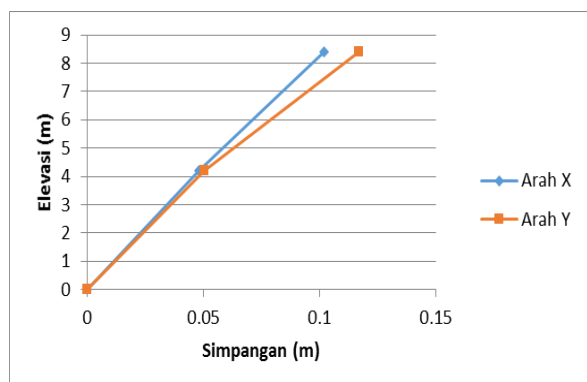
Arah	V (kg)	Dt (m)	S <sub>a</sub>	S <sub>d</sub>	T <sub>eff</sub>	β <sub>eff</sub>
X	609510,9	0,06	0,267	0,041	0,783	0,209
Ybc	687598,1	0,072	0,302	0,056	0,865	0,169

Nilai simpangan dan rasio simpangan antar lantai berdasarkan analisis *pushover* tercantum dalam Tabel-6, Gambar-10 dan Gambar-11.

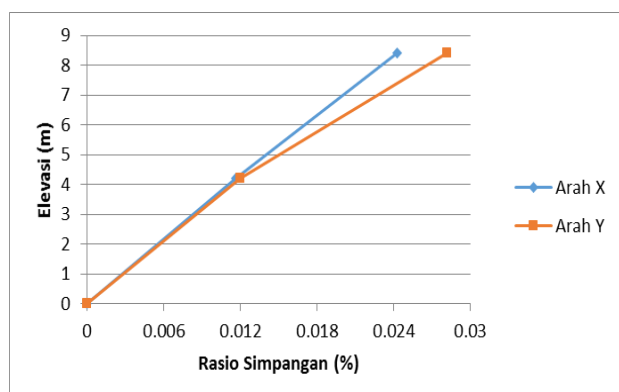
Berdasarkan nilai rasio simpangan antar lantai dan *performance point* analisis *pushover*, maka dapat ditentukan level kinerja dari bangunan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kabupaten Purbalingga yang dapat dilihat pada Tabel-7.

Tabel-6. Nilai simpangan dan rasio simpangan antar lantai analisis *pushover*

Lantai	Elevasi (m)	Simpangan		Rasio Simpangan	
		Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X	Arah Y
1	0	0	0	0	0
2	4,2	0,049	0,049	0,0116	0,0119
Atap	8,4	0,102	0,1180	0,0126	0,0161



Gambar-10. Grafik simpangan tingkat analisis *pushover*.



Gambar-11. Grafik rasio simpangan antar lantai analisis *pushover*.

Tabel-7. Level kinerja bangunan berdasarkan analisis *pushover*

Arah	Dt-D1	Elevasi Atap (m)	Rasio Simpangan	Level	Keterangan
X	0,06	8,4	0,0071428	IO	<0,01
Y	0,072	8,4	0,008571	IO	<0,01

Dari Tabel-7 dapat diketahui bahwa masing-masing sumbu memiliki kinerja yang berbeda. Pada sumbu X dan Y level kinerja adalah *Immediate Occupancy* (IO) yaitu dimana beban yang terjadi tidak menimbulkan kerusakan struktural.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan perbandingan simpangan dan rasio simpangan pada analisis *pushover* dan statistik linear grafik menunjukkan pada lantai dasar ke lantai 2 terdapat simpangan cukup besar daripada simpangan pada lantai 2 ke lantai atap. Hal ini menandakan bahwa pada langkah keruntuhan masing-masing sumbu kolom lantai dasar mengalami keruntuhan lebih cepat terhadap kolom lantai di atasnya. Pada analisis kinerja berdasarkan ATC-40 menghasilkan

rasio simpangan sebesar 0,007 pada sumbu X dan 0,008 pada sumbu Y. Kedua rasio simpangan tersebut masih di bawah batasan kategori *immediate occupancy* sebesar 0,01 yang menandakan bahwa pada sumbu X dan Y tidak mengalami keruntuhan struktural maupun non-struktural.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. (2012). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non-Gedung. SNI 03-1726-2012.
- [2] ATC-40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit on Concrete Buildings, Volume 1. California: Seismic Safety Commission State of California.*
- [3] Dewobroto, W. (2005). Evaluasi Kinerja Struktur Baja Tahan Gempa dengan Analisa Pushover. Yogyakarta: Universitas Pelita Harapan.
- [4] Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2012). *Seismic Performance Assessment of Buildings.* Redwood: NEHRP.
- [5] FEMA 154. (2015). *Handbook for Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazard.* Federal Emergency Management Activity.
- [6] FEMA 310. (1998). *Handbook for Seismic Evaluation of Buildings.* Federal Emergency Management Agency.
- [7] FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary For The Seismic Rehabilitation of Buildings.* Federal Emergency Management Agency.
- [8] FEMA 440. (2005). *An Improvement of Non Linear Static Analysis Seismic Procedure.* Federal Emergency Management Agency.
- [9] FEMA 451. (2006). *NEHRP Recommended Provisions: Design Examples.* Federal Emergency Management Agency.
- [10] Sudibyo G.H. and Haryanto Y. (2016). Pengaruh Perubahan Gempa terhadap Kinerja Model Gedung Perkantoran Lima Lantai pada Kondisi Tanah Sedang di Wilayah Cilacap. Konferensi Nasional Teknik Sipil 10.
- [11] Ima Muljati Ginsar, B.L. (2007). Seismic Performance Evaluation of Building with Pushover Analysis. [https://www.researchgate.net/publication/43800857\\_Seismic\\_Performance\\_Evaluation\\_of\\_Building\\_with\\_Pushover\\_Analysis](https://www.researchgate.net/publication/43800857_Seismic_Performance_Evaluation_of_Building_with_Pushover_Analysis)
- [12] Nivedita N. and Raut S.D. (2013). Pushover Analysis of Multistoried Building. *Global Journal of Researches in Engineering Civil and Structural Engineering.* Volume 13 Issue 4 Version 1.0.

- [13] Purba H.L. (2014). Analisis Kinerja Struktur Beraturan dan Ketidak Beraturan Horizontal sesuai SNI 03-1726-2012. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. Volume 2 No.4: Halaman 1-8.
- [14] Haryanto Y. and Sudibyo G.H. (2015). Kinerja Model Struktur Gedung Lima Lantai pada Kondisi Tanah Keras di Wilayah Banyumas. *Dinamika Rekayasa*. Volume 11 No.2.