



Analisis Struktur Beton Bertulang Gedung PT Astari Niagara Internasional Menggunakan Metode Analisis *Pushover* Sesuai SNI 1726-2019

Endah Purnamasari^{1*}, Muhammad Nur Ikhsan¹, Raka Surya Pradana¹

¹Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tangerang Raya, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: endah740@gmail.com

Article History:

Received: August 5, 2026

Revised: August 20, 2026

Accepted: August 30, 2026

Keywords:

Capacity Curve; ETABS;
Nonlinear Static Analysis;
Plastic Hinge; Reinforced
Concrete; Seismic
performance

Abstract: The increasing demand for earthquake-resistant buildings requires structural performance evaluation methods that are capable of representing nonlinear behavior under seismic loading. This study aims to analyze the reinforced concrete structure of the Astari Niagara International, Ltd building using the Pushover method in ETABS and to evaluate the development of plastic hinges and the structural response under lateral loading based on SNI 1726:2019. The research employed a three-dimensional structural model with gravity, live, and seismic loads, while nonlinear static (pushover) analysis was performed by assigning plastic hinges to beams and columns. The evaluation referred to ATC-40, FEMA 356/FEMA 440, and Pranata (2006), including the interpretation of capacity curves, displacement response, and plastic hinge distribution. The modal analysis produced 12 vibration modes with a fundamental period of 0.577969 s and an elastic spectral displacement of 54.77 mm. The recorded capacity curves indicated maximum base shears of 16,737.67 kN in the X direction and 16,486.71 kN in the Y direction, while the Y direction exhibited greater displacement, indicating lower lateral stiffness. Plastic hinge development was dominated by the A–B and B–C performance ranges, with only a few hinges progressing to higher damage states. However, the nonlinear analysis did not reach convergence because the Dead Nonlinear case produced 34 null steps and two negative stiffness eigenvalues, resulting in unstable initial conditions for the PUSH X and PUSH Y analyses. Consequently, the capacity curves and plastic hinge distributions are descriptive only and cannot yet be used to determine the performance point, target displacement, ductility, or seismic performance level. Structural model improvement and successful convergence are required before a definitive seismic performance evaluation can be established.

Copyright © 2026, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Purnamasari, E., Ikhsan, M. N., & Pradana, R. S. (2026). Analisis Struktur Beton Bertulang Gedung PT Astari Niagara Internasional Menggunakan Metode Analisis *Pushover* Sesuai SNI 1726-2019. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 5(8), 4083–4093. <https://doi.org/10.55681/sentri.v5i8.7067>

PENDAHULUAN

Bangunan gedung merupakan struktur yang umumnya tertutup oleh dinding-dinding dan atap, yang dibangun untuk menyediakan perlindungan bagi jenis-jenis pemanfaatan yang direncanakan. Gedung memiliki beberapa bagian penting yang bekerja saling terintegrasi guna memastikan stabilitas, kekuatan, serta fungsionalitas bangunan secara keseluruhan. Gedung sendiri memiliki banyak fungsi yang disesuaikan dengan kebutuhan, mulai dari sebagai tempat tinggal, pusat aktivitas bisnis, instansi pendidikan,

hingga fasilitas pelayanan masyarakat. Setiap gedung dirancang dan dibangun dengan tujuan agar mampu mendukung aktivitas tersebut secara efektif dan aman (Fikri Abdillah, 2024).

Kekuatan struktur bangunan diperhitungkan untuk menjamin bangunan aman dari kegagalan yang bisa membahayakan penghuni bangunan. Perencanaan suatu struktur bangunan diperhatikan kinerja struktur bangunan tersebut apabila suatu ketika terjadi gempa bumi yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada struktur bangunan. Tujuan perencanaan ini untuk menghasilkan komponen struktur gedung yang tahan gempa serta struktur yang berperilaku daktail sehingga dapat mengurangi resiko akibat gempa berkekuatan tinggi (Arifin, 2015).

Perkembangan teknologi konstruksi dan peningkatan kebutuhan akan bangunan gedung yang aman serta tahan terhadap bencana alam, khususnya gempa bumi, menuntut penerapan metode analisis struktur yang lebih canggih dan akurat. Gedung-gedung bertingkat seperti milik PT Astari Niagara Internasional memerlukan perhatian khusus dalam desain strukturnya agar mampu menahan beban dinamis secara optimal tanpa mengalami kerusakan struktural yang signifikan.

Untuk mengetahui sejauh mana risiko kerusakan pada struktur bangunan akibat getaran gempa, langkah penting yang harus dilakukan adalah analisis skema keruntuhan serta evaluasi kinerja seismik bangunan tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam hal ini adalah analisis pushover. Analisis Pushover merupakan salah satu metode analisis nonlinier yang telah diakui secara luas dalam dunia rekayasa sipil untuk mengevaluasi performa struktur beton bertulang di bawah beban gempa. Melalui pendekatan ini, perilaku struktur ketika mencapai batas plastisitas dapat dimodelkan dengan lebih realistis sehingga potensi titik keruntuhan dapat diidentifikasi sejak dini. Dengan merujuk pada standar nasional Indonesia, yaitu SNI 1726-2019 yang mengatur ketahanan gempa pada struktur bangunan, penggunaan metode ini menjadi sangat penting sebagai bagian dari proses desain struktural.

Penerapan SNI 1726-2019 dalam proses analisis menunjukkan komitmen terhadap standar nasional yang dirancang khusus untuk kondisi geoteknik dan seismik Indonesia. Hal ini sekaligus mendukung upaya mitigasi risiko bencana, menjaga kelangsungan operasional gedung, dan meningkatkan nilai investasi jangka panjang dari proyek konstruksi tersebut.

Perangkat lunak ETABS memiliki kapabilitas dalam melakukan analisis dan perancangan dimensi elemen struktur secara efisien, menggantikan metode konvensional yang cenderung memakan waktu lebih lama dan memiliki tingkat akurasi yang terbatas. Melalui aplikasi ETABS dengan menggunakan analisis Pushover perencanaan gedung PT. Astari Niagara Internasional dapat dilakukan dengan lebih akurat, memungkinkan perhitungan yang tepat terhadap gaya dalam, defleksi, dan respons seismik. Selain itu, penggunaan perangkat lunak ini akan mempermudah dalam visualisasi hasil analisis dan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang perilaku struktur (Syah et al., 2023)

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan gedung PT. Astari Niagara Internasional menggunakan ETABS, serta mengevaluasi aspek-aspek penting dalam desain yang aman dan efisien. Diharapkan hasil dari analisis ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan infrastruktur yang berkelanjutan. Adapun tujuan dan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut, untuk mengetahui mekanisme sendi plastis yang terjadi setelah menggunakan metode *Pushover* pada bangunan gedung PT. Astari Niagara Internasional. Mengetahui perhitungan struktur

beton bertulang dalam perancangan gedung tahan gempa. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah gedung PT. Astari Niagara Internasional sudah tahan terhadap gempa.

LANDASAN TEORI

Gempa bumi merupakan bencana alam yang menimbulkan getaran atau guncangan akibat pelepasan energi mendadak di bawah permukaan bumi, sehingga memicu gelombang seismik. Peristiwa ini sering disebabkan oleh tabrakan atau gesekan antar lempeng tektonik, atau runtuhnya struktur jurang bawah laut. Saat lempeng samudra dengan massa lebih ringan bertabrakan dengan lempeng benua di zona tumbukan, gerakannya melambat karena gesekan mantel bumi, menyebabkan akumulasi energi di zona subduksi dan patahan yang menghasilkan tekanan, regangan, serta geseran. Ketika batas elastis lempeng tergelincir, batuan retak dan melepaskan energi secara tiba-tiba dalam bentuk gelombang gempa (Suwandi, 2017).

Perencanaan gedung ataupun struktur bangunan lainnya harus mempertimbangkan kemampuan bangunan dalam menahan beban akibat gempa. Karena potensi gempa di setiap daerah di Indonesia bervariasi dan waktunya sulit diprediksi, maka diperlukan kajian mendalam terhadap risiko gempa pada lokasi konstruksi.

Perancangan bangunan tahan gempa umumnya mengacu pada prosedur yang telah diatur dalam peraturan teknik bangunan. Pada awalnya, desain tahan gempa menggunakan metode berbasis gaya atau kekuatan (*force based design*). Namun saat ini, pendekatan yang lebih dipakai adalah desain berbasis kinerja (*performance based design*) yang memanfaatkan analisis statik non-linier, dikenal dengan istilah *Pushover Analysis*. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi pola keruntuhan akibat guncangan gempa dan mengevaluasi tingkat keselamatan bangunan secara lebih mendetail (Banjarnahor, 2024).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada gedung Pabrik PT Astari Niagara International yang berlokasi di Jl. Talaga Mas Raya No. 31, Kecamatan Cikupa, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten, dengan pelaksanaan penelitian dan pengambilan data pada periode Oktober 2025 hingga Januari 2026. Objek penelitian berupa struktur beton bertulang gedung pabrik bertingkat yang meliputi elemen balok, kolom, pelat, dan sistem pemikul gaya lateral berdasarkan gambar rencana serta spesifikasi teknis proyek. Data penelitian terdiri atas data primer berupa gambar struktur, dimensi elemen, spesifikasi material, dan sistem struktur bangunan, serta data sekunder yang diperoleh dari SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, ATC-40, serta berbagai literatur dan penelitian terdahulu. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS melalui pemodelan struktur tiga dimensi, pendefinisian material, penampang, dan kombinasi pembebanan yang terdiri atas beban mati, beban hidup, dan beban gempa sesuai ketentuan yang berlaku. Analisis statik nonlinier (*pushover*) dilakukan dengan pemodelan sendi plastis pada elemen balok dan kolom mengacu pada ATC-40 untuk memperoleh kurva kapasitas, distribusi sendi plastis, nilai displacement, dan drift struktur. Hasil analisis kemudian dievaluasi melalui penentuan performance point dan tingkat kinerja struktur berdasarkan kriteria ATC-40 dan SNI 1726:2019 guna menilai kemampuan struktur beton bertulang dalam menahan beban gempa.

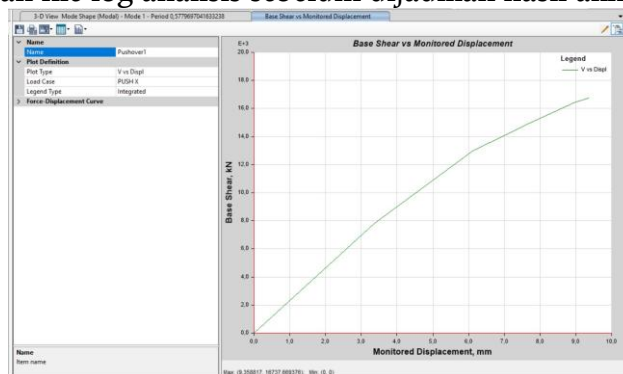
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis *Pushover* pada penelitian ini dilakukan dengan mengintegrasikan hasil pemodelan ETABS, kurva kapasitas, file log analisis, serta prosedur evaluasi kinerja mengacu pada Pranata (2006). Analisis diawali dengan pendefinisian beban gravitasi nonlinier, penempatan sendi plastis pada balok dan kolom, serta pelaksanaan analisis PUSH X dan PUSH Y menggunakan *displacement control*. Hasil analisis berupa kurva kapasitas digunakan untuk mengidentifikasi penurunan kekakuan, menentukan performance point berdasarkan metode ATC-40, menghitung target perpindahan dengan pendekatan FEMA 356/FEMA 440, serta mengevaluasi perkembangan sendi plastis pada setiap tingkat kinerja struktur. Analisis modal menghasilkan 12 mode dengan periode fundamental sebesar 0,577969 detik, yang berada pada daerah datar spektrum respons desain ($0,16 < T1 < 0,80$ detik), sehingga diperoleh percepatan spektral sebesar 0,66 g. Berdasarkan parameter tersebut, perpindahan spektral elastik awal dihitung sebesar 54,77 mm. Nilai ini hanya merepresentasikan perpindahan elastik sistem satu derajat kebebasan dan belum merupakan target perpindahan atap akhir, yang masih memerlukan faktor modal, periode efektif, serta faktor modifikasi dari kurva kapasitas.

Tabel 1. Hasil analisis modal ETABS

Mode	Periode (detik)	Mode	Periode (detik)
1	0,577969	7	0,267863
2	0,351916	8	0,264210
3	0,320241	9	0,256529
4	0,299245	10	0,243656
5	0,290326	11	0,236274
6	0,277980	12	0,176852

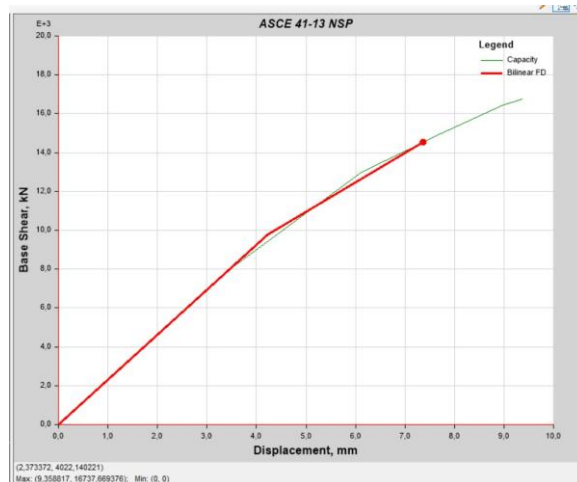
Grafik ETABS menunjukkan hubungan gaya geser dasar dan perpindahan titik kontrol pada arah X dan Y. Nilai pada grafik digunakan sebagai acuan respons struktur dan diverifikasi dengan file log analisis sebelum dijadikan hasil akhir.



Gambar 1. Kurva Gaya Geser Dasar Terhadap Perpindahan Arah X Yang Tersimpan

(Sumber: Data Penelitian, 2026)

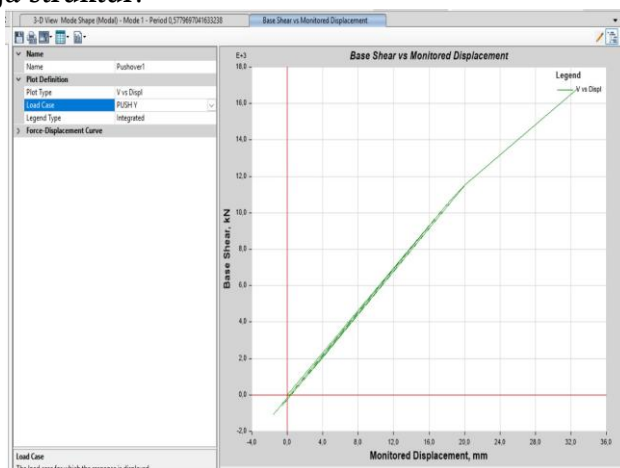
Gambar 1 menunjukkan hubungan gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan titik kontrol pada arah X hasil analisis pushover. Kurva memperlihatkan respons awal yang masih linier, kemudian mengalami penurunan kekakuan seiring bertambahnya perpindahan akibat perilaku nonlinier struktur. Gaya geser dasar maksimum yang dicapai sebesar 16.737,67 kN pada perpindahan sekitar 9,36 mm. Hasil ini menggambarkan kapasitas awal struktur terhadap beban lateral arah X dan perlu diverifikasi melalui status konvergensi analisis sebelum digunakan untuk evaluasi kinerja struktur.



Gambar 2. Kurva kapasitas dan idealisasi bilinear ASCE 41-13 arah X

(Sumber: Tampilan hasil ETABS, 2026)

Gambar 2. menunjukkan kurva kapasitas arah X yang telah diidealisasi menjadi kurva bilinear sesuai ASCE 41-13 untuk memudahkan identifikasi kekakuan awal, titik leleh, dan kapasitas ultimit. Kurva memperlihatkan perubahan perilaku struktur dari kondisi elastis ke inelastis yang ditandai dengan penurunan kemiringan setelah titik leleh. Namun, karena analisis *Pushover* belum mencapai kondisi konvergen, kurva ini hanya digunakan sebagai hasil pembacaan grafik ETABS dan belum dapat dijadikan dasar penentuan tingkat kinerja struktur.



Gambar 3. Kurva Gaya Geser Dasar Terhadap Perpindahan Arah Y Yang Tersimpan

(Sumber: Tampilan Hasil ETABS, 2026)

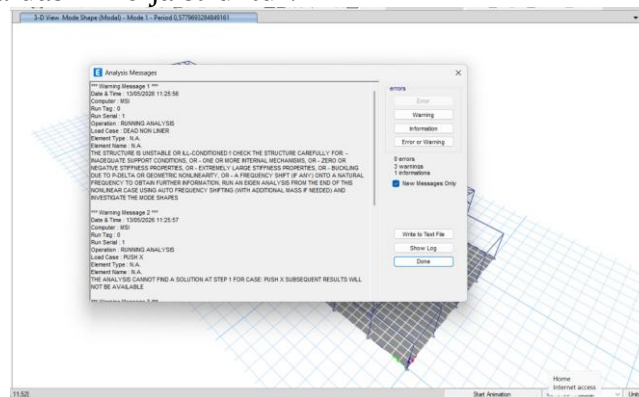
Gambar 3. menunjukkan hubungan gaya geser dasar (*base shear*) dan perpindahan titik kontrol pada arah Y hasil analisis pushover. Kurva memperlihatkan respons elastis pada tahap awal, kemudian mengalami penurunan kekakuan akibat perilaku nonlinier. Gaya geser dasar maksimum yang dicapai sebesar 16.486,71 kN pada perpindahan sekitar 30,00 mm. Dibandingkan arah X, arah Y memiliki perpindahan lebih besar dengan kapasitas gaya geser yang hampir sama, sehingga menunjukkan kekakuan struktur yang lebih rendah pada arah Y. Hasil ini masih bersifat deskriptif dan perlu diverifikasi melalui status konvergensi analisis.

Tabel 2. Pembacaan karakteristik kurva kapasitas tersimpan

Arah	Perpindahan maksimum terbaca (mm)	Gaya geser dasar maksimum terbaca (kN)	Kekakuan secant V/Δ (kN/mm)
X	9,358817	16.737,669376	1.788,439
Y	29,997547	16.486,714007	549,602

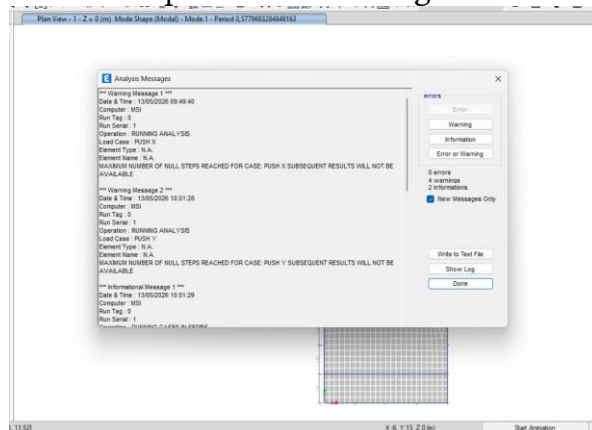
(Sumber: Pembacaan grafik hasil ETABS dan perhitungan, 2026)

Berdasarkan pembacaan grafik, kapasitas gaya geser dasar arah X sekitar 1,522% lebih tinggi daripada arah Y, sedangkan perpindahan arah Y sekitar 3,205 kali lebih besar. Kekakuan secant arah X mencapai 1.788,439 kN/mm, lebih tinggi dibandingkan arah Y sebesar 549,602 kN/mm, sehingga menunjukkan bahwa arah Y lebih fleksibel. Namun, hasil ini masih bersifat deskriptif dan memerlukan konfirmasi validitas analisis sebelum digunakan untuk evaluasi kinerja struktur.

**Gambar 4. Peringatan Ketidakstabilan Dan Kegagalan Solusi Analisis *Pushover***

(Sumber: Analysis Messages ETABS, 2026)

Gambar 4. menunjukkan bahwa keseimbangan antara gaya luar, gaya dalam, dan deformasi tidak dapat dipertahankan secara numerik. Oleh karena itu, hasil analisis *Pushover* belum dapat dinyatakan valid sebelum penyebab ketidakstabilan model diperiksa dan proses analisis berhasil mencapai kondisi konvergen.

**Gambar 5. Peringatan maximum number of null steps pada PUSH X dan PUSH Y**

(Sumber: Analysis Messages ETABS, 2026)

Tabel 3. Status Analisis Nonlinier Dan Pushover

Kasus	Kontrol/hasil utama	Status
Analisis linear	0 negative stiffness eigenvalues	Stabil pada kondisi linear
Modal	12 mode; T1 = 0,577969 detik	Berhasil

Kasus	Kontrol/hasil utama	Status
Dead Nonlinear	Faktor beban 1,00; 11 saved steps; 34 null steps; 2 negative stiffness eigenvalues pada akhir kasus	Tidak konvergen; model menjadi unstable/ill-conditioned pada akhir kasus, ditandai oleh 34 null steps dan 2 negative stiffness eigenvalues.
PUSH X	Tidak menemukan solusi pada step 1	Tidak konvergen pada step 1 karena kondisi awal yang diteruskan dari Dead Nonlinear belum stabil; rangkaian step yang valid tidak terbentuk.
PUSH Y	Tidak menemukan solusi pada step 1	Tidak konvergen pada step 1 karena kondisi awal yang diteruskan dari Dead Nonlinear belum stabil; rangkaian step yang valid tidak terbentuk.

(Sumber: Keluaran ETABS CICI 3.LOG, 2026)

Ketidakstabilan analisis terjadi karena proses iterasi gagal mencapai keseimbangan pada setiap step. ETABS mencatat banyak *null step* yang menunjukkan stagnasi solusi akibat sensitivitas numerik atau kegagalan struktur (CSI, 2026). Pada kasus *Dead Nonlinear* tercatat 11 *saved steps*, 34 *null steps*, dan dua *negative stiffness eigenvalues*, yang mengindikasikan matriks kekakuan menjadi tidak stabil (*ill-conditioned*). Kondisi ini dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian konektivitas, tumpuan, kekakuan elemen, properti sendi plastis, atau pengaturan parameter analisis sehingga belum dapat diartikan sebagai keruntuhan struktur. Karena kondisi tersebut menjadi kondisi awal analisis PUSH X dan PUSH Y, kedua analisis gagal mencapai konvergensi sejak step pertama. Oleh karena itu, kurva kapasitas dan distribusi sendi plastis hanya bersifat deskriptif dan belum dapat digunakan untuk menentukan *performance point*, target *displacement*, daktilitas, maupun tingkat kinerja struktur sebelum model diperbaiki dan analisis diulang hingga mencapai kondisi konvergen.

Tabel 4. Displacement Pushover arah Y

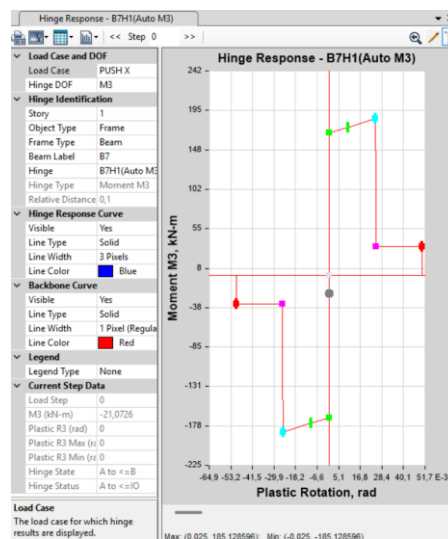
Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	575	3	0	0	0	575	3	0	0	578
1	0.006	3.2565	575	3	0	0	0	575	3	0	0	578
2	-0.006	-3.2565	575	3	0	0	0	575	3	0	0	578
3	18.283	10601.7426	538	40	0	0	0	575	3	0	0	578
4	6.292	3542.5418	538	40	0	0	0	575	3	0	0	578
5	-1.549	-1059.6808	538	40	0	0	0	575	3	0	0	578
6	18.29	10604.183	538	40	0	0	0	575	3	0	0	578
7	20.061	11527.8698	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
8	11.633	6565.8694	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
9	3.794	1964.839	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
10	2.721	1336.2854	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
11	1.629	698.8441	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
12	0.426	0.5718	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
13	-0.584	-584.4824	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
14	20.068	11528.341	523	55	0	0	0	575	3	0	0	578
15	32.741	16817.9877	478	99	0	0	1	575	2	0	1	578

Berdasarkan Tabel 4, respons struktur pada analisis *Pushover* arah Y menunjukkan peningkatan perpindahan titik kontrol dan gaya geser dasar hingga mencapai 16.817,99 kN pada perpindahan 32,741 mm. Seiring bertambahnya beban lateral, distribusi sendi plastis berubah, ditandai dengan berkurangnya sendi kategori A–B dan meningkatnya kategori B–C, yang menunjukkan transisi elemen dari kondisi elastis ke inelastis. Pada tahap akhir juga muncul 1 sendi plastis kategori >E, meskipun sebagian besar sendi masih berada pada kategori A–B dan B–C. Namun, hasil ini hanya bersifat deskriptif karena analisis *Pushover* belum mencapai kondisi konvergen, sehingga masih memerlukan verifikasi lebih lanjut.

Tabel 5. Table Displacement Pushover arah X

Step	Monitored Displ mm	Base Force kN	A-B	B-C	C-D	D-E	>E	A-IO	IO-LS	LS-CP	>CP	Total
0	0	0	575	3	0	0	0	575	3	0	0	578
1	3.373	7813.8132	573	5	0	0	0	575	3	0	0	578
2	6.121	12982.36...	513	65	0	0	0	575	3	0	0	578
3	7.529	14740.61...	494	84	0	0	0	575	3	0	0	578
4	7.537	14764.706	494	84	0	0	0	575	3	0	0	578
5	8.954	16431.02...	474	104	0	0	0	575	3	0	0	578
6	9.359	16737.66...	471	106	0	0	1	575	2	0	1	578

Tabel 5. menunjukkan hasil analisis *Pushover* arah X berupa perkembangan perpindahan titik kontrol, gaya geser dasar, dan distribusi sendi plastis. Gaya geser dasar meningkat hingga 16.737,66 kN pada perpindahan 9,359 mm. Seiring bertambahnya beban lateral, jumlah sendi plastis kategori A–B menurun, sedangkan kategori B–C meningkat, yang menunjukkan awal perilaku inelastis. Pada tahap akhir juga terbentuk 1 sendi kategori >E dan 1 sendi >CP, meskipun mayoritas sendi masih berada pada kategori A–B dan B–C. Hasil ini menggambarkan perkembangan respons struktur selama pembebanan, namun interpretasinya tetap harus mempertimbangkan status konvergensi analisis pushover.



Gambar 6. Penempatan sendi plastic B7 Beam arah X
(Sumber: Data Penelitian, 2026)

Gambar 6. menunjukkan respons sendi plastis balok B7 terhadap momen lentur sumbu kuat (M3) pada arah pembebanan X. Kurva memperlihatkan hubungan antara rotasi plastis dan momen serta menunjukkan perkembangan perilaku elemen dari kondisi elastis menuju inelastis. Respons sendi plastis masih berada dalam batas kurva kapasitas, sehingga balok B7 masih mampu menahan peningkatan beban lateral. Namun, hasil ini hanya bersifat deskriptif dan perlu mempertimbangkan status konvergensi analisis sebelum digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja struktur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan terhadap struktur beton bertulang Gedung PT. Astari Niagara Internasional menggunakan metode analisis *Pushover* sesuai SNI 1726:2019, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Mekanisme sendi plastis yang terjadi selama analisis *Pushover* menunjukkan bahwa sebagian besar elemen struktur masih berada pada kategori A-B dan B-C, sedangkan hanya sebagian kecil elemen yang berkembang hingga kategori >CP dan >E pada tahap akhir pembebanan. Hal ini menunjukkan bahwa perilaku struktur mulai mengalami transisi dari kondisi elastis menuju kondisi inelastis seiring meningkatnya beban lateral.
2. Perencanaan elemen struktur beton bertulang pada balok dan kolom menggunakan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) telah memenuhi ketentuan SNI 2847:2019 berdasarkan hasil perhitungan dimensi penampang, kebutuhan tulangan, kekuatan, dan detailing daktilitas. Pembacaan grafik yang tersimpan menunjukkan bahwa arah X memiliki gaya geser dasar yang sedikit lebih besar daripada arah Y, sedangkan arah Y memiliki perpindahan yang lebih besar dan kekakuan secant yang lebih rendah. Meskipun demikian, pemenuhan desain elemen dan pembacaan grafik tersebut belum cukup untuk menyatakan tingkat ketahanan seismik gedung secara keseluruhan karena keabsahan analisis *Pushover* masih bergantung pada tercapainya kondisi konvergen.
3. Hasil evaluasi *Pushover* belum dapat digunakan sebagai dasar penentuan performance point, target displacement, daktilitas, maupun tingkat kinerja struktur karena proses analisis nonlinier tidak mencapai kondisi konvergen. Kasus Dead Nonlinear menghasilkan 34 null steps dan dua negative stiffness eigenvalues sehingga model dinyatakan unstable/ill-conditioned. Kondisi akhir yang belum stabil tersebut diteruskan sebagai kondisi awal PUSH X dan PUSH Y, yang kemudian gagal memperoleh solusi sejak step 1. Oleh karena itu, kurva kapasitas dan distribusi sendi plastis dalam penelitian ini hanya menggambarkan respons awal yang tersimpan pada model dan belum dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa gedung telah mencapai tingkat kinerja Immediate Occupancy, Life Safety, atau Collapse Prevention. Penetapan kinerja seismik secara definitif harus dilakukan setelah model diperbaiki dan seluruh kasus *Pushover* berhasil konvergen.

DAFTAR REFERENSI

1. Arifin, Z. (2015). *Analisis Struktur Gedung POP Hotel Terhadap Beban Gempa Dengan Metode Pushover Analysis Struktur yang direncanakan diperbolehkan untuk mengalami kerusakan pada elemen strukturalnya ketika menerima beban gempa besar . Namun struktur keseluruhan tidak diperbolehkan mengalami keruntuhan* . 3(3), 427–439.

2. Asmara, K. B., & Niken, C. D. W. S. B. U. (2021). *Evaluasi Kinerja Struktur Bangunan Tinggi dengan Analisis Pushover Menggunakan Aplikasi Pemodelan Struktur (Studi Kasus : The Venetian Tower)*. 9(1), 177–188.
3. Banjarnahor, E. (2024). *ANALISIS PUSHOVER PADA STRUKTUR GEDUNG PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR UPPD MEDAN UTARA SKRIPSI OLEH: FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN Universitas Medan Area EDWARD BANJARNAHOR FAKULTAS TEKNIK MEDAN*.
4. Computers and Structures, Inc. (2026). ETABS Help: Solution Control, Initial Conditions, and Initial P-Delta Analysis. Berkeley, CA: Computers and Structures, Inc.
5. Desimaliana, E., & Diredja, N. V. (2022). *Analisis Pushover terhadap Ketidakberaturan Horizontal pada Struktur Gedung Baja Komposit*. 08(02), 118–124.
6. Ega Cahya Yulianan. (2025). *Analisa struktur gedung rumah sakit mitra keluarga slawi kabupaten tegal dengan penambahan ruang rawat inap menjadi 6 lantai*.
7. Esskely, M., & Bousshine, L. (2024). *Pushover Analysis of Regular Reinforced Concrete Buildings with different column section designs*. 1(02), 1–5.
8. Fikri Abdillah. (2024). *Analisis Kinerja Bangunan Menggunakan metode Analisis Pushover Terhadap Struktur Bangunana Bertingkat Banyak Sesuai Standar SNI-03-1726-2019 dan ATC-40*.
9. Novia Mahlisani. (2017). *Analisis Pushover Pada Struktur Bangunan Eksisting Dengan Simulasi Concrete Jacketing Pada Beberapa Elemen Kolom Struktur*.
10. PBI. (1983). *peraturan pembebanan indonesia 1983*.
11. Pranata, Y. A. (2006). *Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis (sesuai ATC-40, FEMA 356 dan FEMA 440)*. Jurnal Teknik Sipil, 3(1)
12. Prima, Y., Rumbyarso, A., & Darmiyanti, L. (2023). *Analisis Kinerja Struktur Gedung Rusun TNI AU Halim Perdanakusuma Dengan Menggunakan Metode Pushover Analysis*. 9, 26–35.
13. Putra, M., Seda, S., Hendrikus, R., Mooy, M., Manubulu, C., & Bela, K. R. (2024). *KINERJA STRUKTUR PEDIATRIC & ICCU BUILDING OF GUIDO VALADARES NATIONAL HOSPITAL MENGGUNAKAN PUSHOVER ANALYSIS*. 4(1).
14. Putri, A., Credidi, C., Khala, S., & Sari, O. L. (2022). *Analisis Kinerja Seismik Struktur 10 Lantai Beton Bertulang dengan Metode Pushover Analysis*. 8(1), 15–22.
15. SITOANG, B. N. (2023). *EVALUASI KINERJA SEISMIK STRUKTUR GEDUNG APARTEMEN PRINCETON BOUTIQUE LIVING MEDAN MENGGUNAKAN METODE PUSHOVER*.
16. SNI 1726. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. 8.
17. SNI 1727. (2020). *Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*.
18. Suwandi, E. A. (2017). *ANALISIS PERCEPATAN TANAH MAKSIMUM, INTENSITAS MAKSIMUM DAN PERIODE ULANG GEMPA UNTUK MENENTUKAN TINGKAT KERENTANAN SEISMIK DI JAWA BARAT (Periode Data Gempa Tahun 1974-2016)*. 1–5.
http://repository.upi.edu/30944/4/S_FIS_1305749_Chapter1.pdf%0A
19. Syah, M. A., Ardhyani, M. Z., Fajri, H., & Purwandito, M. (2023). *Perbandingan Analisis Struktur Gedung Laboratorium PGSD Universitas Samudra Metode Sistem Rangka*

- Pemikul Momen Khusus Menggunakan ETABS dan BIM Tekla Struktural Designer. 20(2), 210–219.*
20. Tawurutubun, B. R., & Sila, A. A. (2023). “ *Technological Innovation for Infrastructure and building Development on Soft Soil to Achieve Sustainable Development Goals (SDG)*” *ANALISIS STRUKTUR TERHADAP BEBAN GEMPA DENGAN “ Technological Innovation for Infrastructure and building Development on S. 145–155.*
 21. Utami, T. P. N. W. (2022). *ANALISIS KEKUATAN BANGUNAN TERHADAP GAYA GEMPA DENGAN METODE PUSHOVER STUDI KASUS GEDUNG ASRAMA PUSDIKLAT PPATK , DEPOK. 3(2), 99–106.*
 22. Wahyu Pradana. (2025). *Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Gedung Bertingkat Dengan Metode Pushover Berbasis Elemen Hingga.*