

# Evaluasi Gedung MNC Tower Menggunakan SNI 03-1726-2012 dengan Metode *Pushover Analysis*

Fajar Aribisma, I Gusti Putu Raka dan Tavio

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

*e-mail: tavio@its.ac.id*

**Abstrak**-Pembaruan SNI 03-1726-2002 menjadi SNI 03-1726-2012 membuat perbedaan perancangan gedung MNC Tower terhadap beban gempa berubah. Perancangan gedung MNC Tower menggunakan SNI 03-1726-2002 perlu dievaluasi kembali akibat beberapa perbedaan antara peraturan lama dengan yang baru diantaranya perubahan nilai area repon spectrum percepatan menjadi 15 area spectrum dari 6 area spectrum kemudian di SNI 1726 2002 hanya diperhitungkan respon percepatan gempa periode pendek dibandingkan dengan SNI 1726 2012 yang memperhitungkan periode pendek dan periode 1 detik. Kenaikan nilai R untuk sistem SRPMK dari 8.5 menjadi 8 yang akan mengubah percepatan respon gempa dan periode yang mengakibatkan perbedaan rancangan ketahanan struktur gedung pada gempa bumi. Perbedaan isi dalam SNI 03-1726-2002 dengan SNI 03-1726-2012 menjadi focus tugas akhir ini dimana dalam mengetahui kelayakan gedung dalam menerima beban gempa yang terbaru digunakan metode *Pushover Analisis* yang merupakan sebuah analisa static nonlinier berdasarkan *Performance Base Design* yang pada intinya adalah mencari kapasitas struktur suatu bangunan. Peraturan *pushover analisis* mengambil acuan dari ATC 40 (*Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Redwood City, California, USA*) dan menggunakan bantuan program *softwear 2000* dalam mengevaluasi gedung MNC Tower. Perkuatan struktur direkomendasikan dengan beberapa metode jika hasil akhir evaluasi gedung mengalami kelelahan di beberapa elemen.

**Kata kunci** : ATC 40, Perkuatan Struktur, *Pushover analysis*, SAP 2000, SNI 03-1726-2012.

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan wilayah rawan bencana alam akibat aktifitas tektonik dan vulkanik dalam perut bumi dan Surabaya termasuk kedalam wilayah rawan gempa seperti tercantum dalam SNI 1726 2012 yang membagi Indonesia menjadi 15 area spectrum yang berbeda dan Surabaya termasuk kedalam kategori D [1]. Bencana alam yang melanda Indonesia dalam beberapa tahun terakhir ini yaitu gempa bumi di Aceh, Yogyakarta dan Padang telah meruntuhkan banyak bangunan, baik bangunan berteknologi tradisional maupun modern. Gedung-gedung didaerah tersebut termasuk Surabaya direncanakan dengan menggunakan peraturan gempa dan beton yang lama yaitu PBI'71, SNI 03-1726-1989 dan SNI 03-2847-1992.

Kondisi di atas perlu diperhatikan, mengingat bangunan merupakan prasarana fisik utama yang penting bagi manusia, yang berfungsi memberikan tempat bagi mereka untuk tinggal dan bekerja. Ditengah meningkatnya kebutuhan manusia akan bangunan, tuntutan terhadap bangunan layak huni dan handal menjadi mutlak saat ini. Gempa menjadi faktor penting yang perlu dipertimbangkan

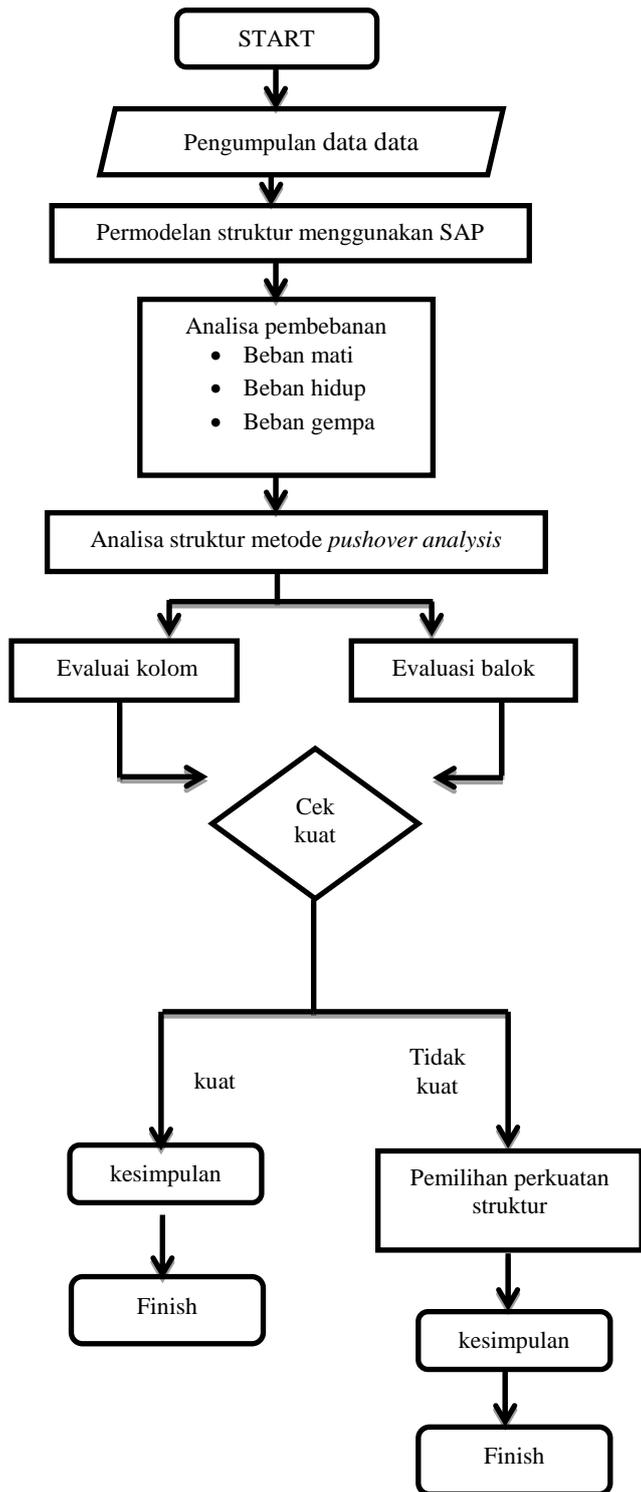
dalam mendisain struktur berteknologi modern sehingga diperlukan rancangan bangunan yang mempunyai daya tahan terhadap gempa bumi yang terjadi, yaitu dimana jika bangunan terkena gempa tidak akan mengalami kehancuran struktural yang dapat merobohkan bangunan tersebut [2].

Perubahan yang terjadi pada SNI 1726 2002 menjadi SNI 1726 2012 akan mempengaruhi struktur MNC Tower dikarenakan terjadi perubahan nilai area repon spectrum percepatan menjadi 15 area spectrum dari 6 area spectrum kemudian di SNI 1726 2002 hanya diperhitungkan respon percepatan gempa periode pendek dibandingkan dengan SNI 1726 2012 yang memperhitungkan periode pendek dan periode 1 detik [2]. Kenaikan nilai R untuk sistem SRPMK dari 8.5 menjadi 8 akan mengubah percepatan respon gempa dan periode yang mengakibatkan perbedaan rancangan ketahanan struktur gedung pada gempa bumi [3]. Hal ini menjadi bukti perlunya pemahaman masyarakat umum akan peraturan gempa dan beton yang baru yaitu SNI-03-1726-2012 (Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung) yang telah direvisi mengacu dengan perkembangan teknologi bangunan saat ini. Untuk itu penulis merasa perlu untuk mensosialisasikan peraturan baru di atas.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Proses Penelitian

Proses penelitian ini ditampilkan dalam sebuah diagram alir metodologi yang dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**B. Jenis dan Konsep Penelitian**

Penelitian ini membandingkan penerapan peraturan baru SNI 03-1726-2012 terhadap bangunan MNC Tower yang berada di Surabaya untuk mengetahui bagaimana perilaku struktur gedung tersebut terhadap peraturan baru yang dibuat. Metode yang digunakan untuk mengetahui tingkat keamanan dari gedung ini menggunakan metode *Pushover analysis*.

**C. Pembebanan**

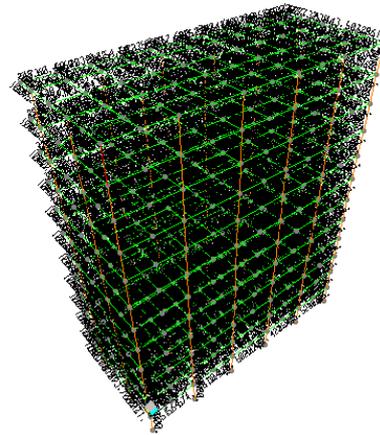
Pembebanan yang diberikan kepada gedung MNC Tower dalam analisa ini adalah beban mati, hidup dan

gempa dimana beban gempa yang diberikan sesuai dengan peraturan baru yang telah dibuat yaitu SNI 03-1726-2012 . Dengan berkurangnya nilai R pada peraturan baru akan meningkatkan gaya gempa yang dihasilkan sehingga nantinya akan merubah kemampuan struktur gedung dalam menerima V ( gaya geser didasar struktur ).

**III. HASIL DAN DISKUSI**

**A. Stress check**

Analisa stress check terhadap gedung MNC Tower menggunakan software SAP 2000 dengan memasukan beban mati, hidup dan gempa dengan kombinasi sesuai SNI 03-1726-2012.



Gambar 2. Stress ratio

Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa stress ratio yang terjadi pada setiap element dalam struktur MNC Tower dibawah 1, itu menandakan bahwa struktur kuat.

**B. Analisa Drift**

Target perpindahan pada gedung MNC Tower dengan peraturan SNI 03-1726-2012 dikontrol sesuai rumus yang tertera pada perturan

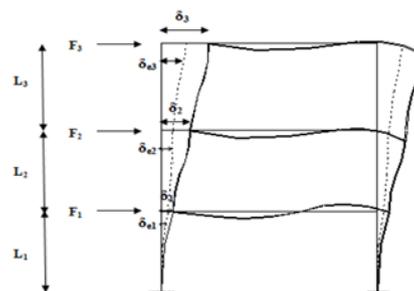
$$\delta_x = \frac{C_d \times \delta_{xe}}{I}$$

$\delta_{xe}$  = defleksi pada lantai ke-x  
 $C_d$  = faktor pembesaran defleksi 5.5  
 $I$  = faktor keutamaan gedung (1)

$$\Delta_1 = \delta_{e1} C_d / I$$

$$\Delta_2 = (\delta_{e2} - \delta_{e1}) C_d / I$$

$$\Delta_a = 0,020h_{sx}$$



Gambar 3. Penentuan Simpangan Antar Lantai

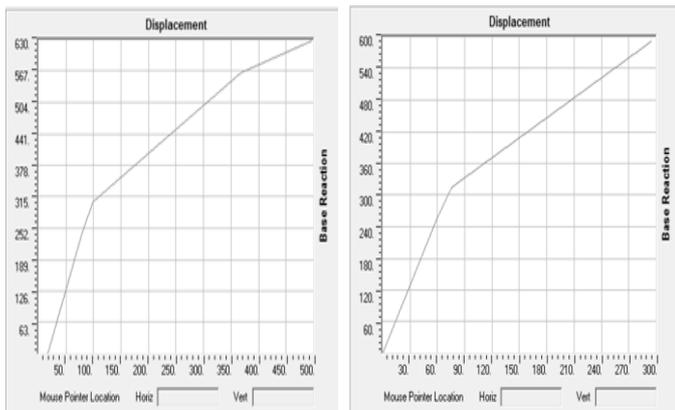
Tabel.1 Kontrol Kinerja Batas Struktur Akibat Beban Gempa Statik Ekuivalen

Lantai	hx	$\delta_{xe}$ (mm)	$\Delta$ (m)	$\Delta a$ (m)	Keterangan
1	4	2.50947	0.013802	0.08	ok
2	8	7.395644	0.026874	0.08	ok
3	12	12.92657	0.03042	0.08	ok
4	16	18.46947	0.030486	0.08	ok
5	20	23.76975	0.029152	0.08	ok
6	24	28.70709	0.027155	0.08	ok
7	28	33.20981	0.024765	0.08	ok
8	32	37.2185	0.022048	0.08	ok
9	36	40.68653	0.019074	0.08	ok
10	40	43.5667	0.015841	0.08	ok
11	44	45.71608	0.011822	0.08	ok
12	48	47.21123	0.008223	0.08	ok

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa drift yang terjadi pada gedung MNC Tower memenuhi syarat peraturan SNI 03-1726-2012 dengan drift tertinggi pada atap yaitu 0.0138 meter dimana batas maksimum 0.08 meter.

C. Analisa Pushover

Hasil analisa *pushover* pada struktur berupa kurva kapasitas struktur antara Base Reaction Vs Displacement seperti dalam gambar di bawah ini



Gambar 4. Kurva Kapasitas Struktur MNC Tower arah Y dan X gedung

Target perpindahan atau titik kinerja bangunan (*performance point*) didapat dengan metode spectrum kapasitas yang telah *built in* di dalam program SAP 2000. Untuk mendapatkan titik kinerja bangunan, diperlukan implit berupa parameter gempa  $C_a$  dan  $C_v$  yang didapat dari respon spectrum desain berdasarkan RSNi 03-176-2012, yaitu  $C_a = 0.3$  dan  $C_v = 0.6$ . kemudian, dari titik kinerja yang diperoleh, kinerja bangunan dievaluasi terhadap kerusakan-kerusakan yang akan terjadi agar pemilik bangunan mengetahui kondisi bangunan saat terjadi gempa di wilayah tersebut. Level kinerja bangunan terhadap gempa mengacu pada IO (*Immediate Occupancy*), LS (*Life Safety*), dan CP (*Collapse Prevention*). C

Tabel 2. Performance Point arah Y bangunan

TABLE: Pushover Curve - PUSH Y						
Step	Displacement	BaseForce	AtoB	BtoIO	IOtoLS	LStoCP
	mm	Tonf				
0	17.211926	0	1224	0	0	0
1	80.043446	244.8272	1222	2	0	0
2	100.014119	305.295	1134	90	0	0
3	368.01791	564.6588	961	119	144	0
4	497.386157	627.7436	951	108	113	72

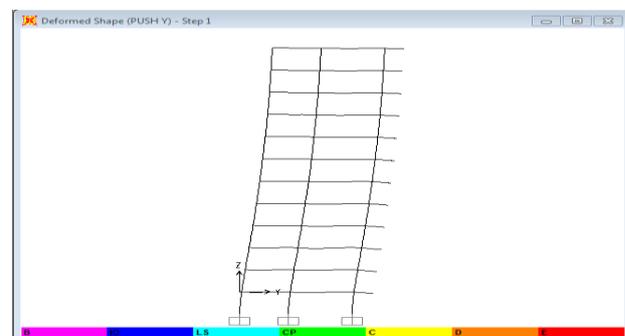
Tabel 3. Performance Point arah X bangunan

TABLE: Pushover Curve - PUSH X					
Step	Displacement	BaseForce	AtoB	BtoIO	IOtoLS
	mm	Tonf			
0	0.026002	0	1224	0	0
1	59.447947	256.8988	1223	1	0
2	76.147221	315.3571	1103	121	0
3	295.449018	591.871	889	205	150

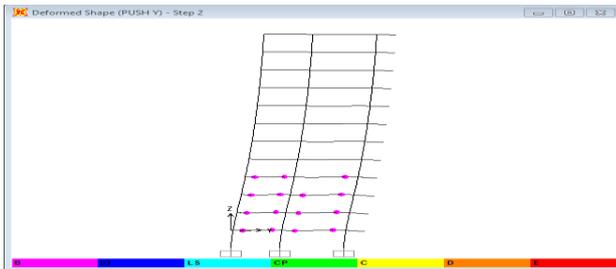
Penentuan level kinerja bangunan pada masing-masing model struktur tersebut mengacu pada tahapan terbentuknya sendi plastis dan informasi mengenai jenis sendi plastis yang timbul, apakah sendi plastis berwarna biru yang menandakan IO, biru muda (LS), atau warna hijau (CP) saat model struktur mencapai kinejanya. Berdasarkan tabel level kinerja bangunan struktur diatas dapat disimpulkan :

Gedung MNC tower termasuk kedalam level kinerja LS (*Life Safety*) untuk arah Y gedung dimana seperti data yang tertera diatas perpindahan yang terjadi adalah sebesar 0.454 meter dimana beban yang diberikan sebesar 606 ton, sedangkan untuk arah X gedung perpindahan yang terjadi adalah sebesar 0.295 meter dimana beban yang diberikan sebesar 591 ton sehingga bisa dikatakan gedung MNC tower termasuk dalam kategori aman.

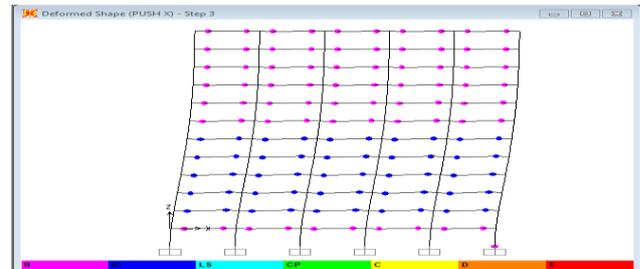
D. Mekanisme Sendi Plastis



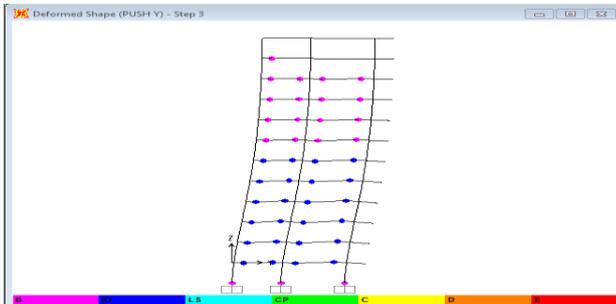
Gambar 5. Step 1 Pushover analysis arah Y



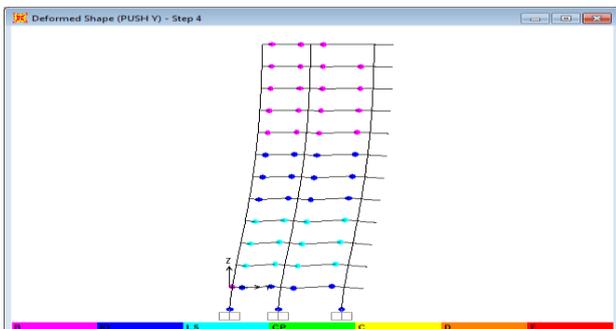
Gambar 6. Step 2 *Pushover* analysis arah Y



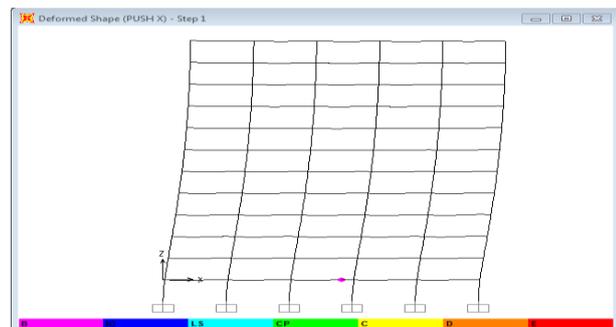
Gambar 11. Step 3 *Pushover* analysis arah X



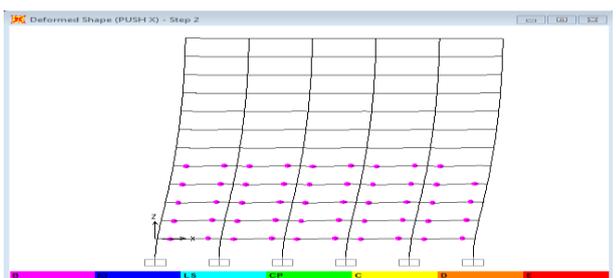
Gambar 7. Step 3 *Pushover* analysis arah Y



Gambar 8. Step 4 *Pushover* analysis arah Y



Gambar 9. Step 1 *Pushover* analysis arah X



Gambar 10. Step 2 *Pushover* analysis arah X

Pada gambar diatas dapata dilihat bahwa keruntuhan telah terjadi pada step 2 dimana beberapa balok telah masuk dalam kategori B to IO dengan *base force pushover* sebesar 305 ton dan mendapatkan performance point pada *base force* 606 ton dengan displacement 454 mm kategori LS to CP. Pada arah X gedung performance point didapat 527 ton dengan displacement 254mm kategori IO to LS.

#### IV. KESIMPULAN

##### A. Kesimpulan

1. Kinerja bangunan MNC Tower setelah menggunakan peraturan SNI 1726 2012 masih mampu memenuhi kriteria syarat di SNI 1726 2012 dan setelah dicheck stress check menggunakan SAP2000 menunjukan kinerja yang baik karena masih dalam kinerja level warna hijau.
2. Hasil analisa *pushover* yang kritis adalah pada arah y bangunan MNC Tower karena bila dilihat dari hasil displacement maupun sendi plastis memberikan nilai yang lebih besar ketimbang arah x .
3. Target displacement untuk MNC tower pada arah dominan yaitu arah y dengan nilai 0.497 m dengan besar gaya geser yang terjadi adalah 627 ton
4. Sedangkan untuk arah X bangunan target displacement yang didapat adalah 0.295 m dengan besar gaya geser yang terjadi adalah 591 ton
5. Performance point arah Y bangunan didapat pada gedung MNC tower didapat pada gaya geser 606 ton dengan nilai displacement 454 mm kategori LS to CP hasil dari interpolasi tabel *pushover* arah Y.
6. Performance point arah X bangunan didapat pada gedung MNC tower didapat pada gaya geser 527 ton dengan nilai displacement 254 mm kategori IO to LS hasil dari interpolasi tabel *pushover* arah X.

##### B. Saran

1. Untuk beberapa bagian yang mengalami kegagalan perkuatan tidak perlu dibutuhkan ke seluruh bagian yang gagal, namun dibebberapa bagian saja agar struktur gedung tidak borors , pengecekan kembali dengan analisa *pushover* diperlukan untuk mengetahui struktur sudah mencapai tingkat keamanan yang diinginkan.
2. Perkuatan perlu dilakukan pada bagian-bagian gedung MNC Tower yang kritis menggunakan CRFP (Carbon Reinforced Fiber Polymer) dengan asumsi bahwa pengerjaan menggunakan CRFP lebih cepat dengan metode lainnya , relative mudah dikerjakan dan dapat mengantisipasi kegagalan geser maupun lendutan

3. Penting untuk diingat dalam pengerjaan *pushover* perlu dilakukan stress check terlebih dahulu agar hasil kurva *pushover* maksimal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] ATC 40, 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, Redwood City, California, USA.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2012), "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung", SNI 03-1726-2012.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (20XX), "Beban Minimum untuk Perancangan Banguna Gedung dan Struktur Lain", SNI 03-1727-20XX.