

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA STRUKTUR DENGAN METODE ANALISIS

NONLINIER STATIC PUSHOVER (NSP) PADA STUDI KASUS

HOTEL DI WILAYAH PASAR BARU JAKARTA

Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program S-1



UNIV Disusun Oleh: S
MERCU BUANA

RAYMOND DANIL FERNANDO FAU

NIM: 41117010120



FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2021

	LEMBAR PENGESAHAN SIDANG PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
---	--	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : EVALUASI KINERJA STRUKTUR DENGAN METODE ANALISIS NONLINIER STATIC PUSHOVER (NSP) PADA STUDI KASUS HOTEL DI WILAYAH PASAR BARU JAKARTA

Disusun oleh :

Nama : RAYMOND DANIL FERNANDO FAU
NIM : 41117010120
Program Studi : TEKNIK SIPIL

Telah dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

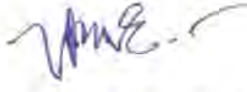
Tanggal : Sabtu, 28 Agustus 2021

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir

Mengetahui

Ketua Penguji


Fajar Triwardono, S.T., M.T.


Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T.

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Ir. Sylvia Indriany, M.T.

**LEMBAR PERNYATAAN
SIDANG SARJANA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raymond Danil Fernando Fau
Nomor Induk Mahasiswa : 41117010120
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan kerja asli, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 9 Agustus 2021

Yang memberikan pernyataan


Raymond Danil Fernando Fau

ABSTRAK

Penelitian ini berjudul “Evaluasi Kinerja Struktur Dengan Metode Analisis Nonlinier Static Pushover (NSP) Pada Studi Kasus Hotel di Wilayah Pasar Baru Jakarta”. Pemilihan judul tersebut berdasarkan pada kondisi Indonesia yang rawan terjadinya bencana gempa. Dimana akan berdampak juga pada bangunan-bangunan yang ada. Analisis Nonlinier Static Pushover (NSP) merupakan salah satu metode yang memperhitungkan pengaruh gaya gempa terhadap struktur bangunan. Dimana, pada tahapan analisisnya dilakukan peningkatan beban gempa yang terjadi.

Hasil akhir dari penelitian ini adalah, mengetahui tingkat kinerja layan struktur setelah terjadinya gempa. Untuk mengetahui tingkat kinerja layan struktur tersebut maka, dilakukan tahapan-tahapan analisis mulai dari tahapan analisis beban gempa berdasarkan SNI 1726:2019, tahapan analisis beban gravitasi berdasarkan SNI 1727:2020, tahapan analisis kebutuhan tulangan struktur berdasarkan SNI 2847:2019, dan yang terakhir tahapan analisis tingkat kinerja layan struktur berdasarkan FEMA 440 EL/Equivalent Linearization. Pada laporan tugas akhir ini, tahapan analisis kinerja layan struktur dilakukan dengan dua metode, yaitu metode penentuan kinerja layan struktur dengan titik monitor displacement yang berada dekat dengan pusat massa bangunan yang ditinjau. Kemudian yang kedua, yaitu metode penentuan kinerja layan struktur dengan titik monitor displacement yang berada pada titik dengan nilai displacement terbesar.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, maka diketahui bahwa pada titik monitor displacement dekat dengan pusat massa bangunan tingkat kinerja layan struktur pada sumbu X dengan nilai drift actual 0,044 berada di tingkat life safety, dan pada sumbu Y dengan nilai drift actual 0,017 berada di tingkat damage control. Sedangkan pada titik monitor displacement pada titik dengan nilai displacement terbesar didapatkan nilai drift actual arah X adalah 0,161 berada di tingkat life safety, dan arah Y adalah 0,036 berada di tingkat life safety.

Kata kunci: *Nonlinear Static Pushover (NSP)*, FEMA 440 EL, Struktur Gedung, Tahan Gempa.

ABSTRACT

This research is entitled "Structure Performance Evaluation Using Nonlinear Static Pushover (NSP) Analysis Method in Hotel Case Study in Pasar Baru Jakarta Area". The title was chosen based on the condition of Indonesia which is prone to earthquakes. Which will also have an impact on existing buildings. Nonlinear Static Pushover (NSP) analysis is one method that takes into account the effect of earthquake forces on building structures. Where, at the analysis stage, an increase in earthquake loads is carried out. The final result of this research is to know the level of service performance of the structure after the earthquake. To determine the level of service performance of the structure, the analysis stages are carried out starting from the seismic load analysis stage based on SNI 1726: 2019, the gravity load analysis stage based on SNI 1727:2020, the structural reinforcement requirements analysis stage based on SNI 2847:2019, and the last one stages of analysis of the level of service performance of the structure based on FEMA 440 EL/Equivalent Linearization. In this final report, the structural service performance analysis stage is carried out using two methods, namely the method of determining the service performance of the structure with a displacement monitoring point that is close to the center of mass of the building being reviewed. Then the second is the method of determining the service performance of the structure with the displacement monitoring point at the point with the largest displacement value. Based on the calculations carried out, it is known that at the displacement monitor point close to the center of mass of the building the service performance level of the structure on the X axis with an actual drift value of 0.044 is at the life safety level, and on the Y axis with an actual drift value of 0.017 is at the damage control level. While at the displacement monitor point at the point with the largest displacement value, the actual drift value in the X direction is 0.161 at the life safety level, and the Y direction is 0.036 at the life safety level.

Keyword: *Nonlinear Static Pushover (NSP), FEMA 440 EL, Building Structure, Earthquake Resistant.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang hingga saat ini masih memberikan anugerah-Nya, sehingga penulis diberi kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Evaluasi Kinerja Struktur dengan Metode Analisis *Nonlinier Static Pushover (NSP)* Pada Studi Kasus Hotel di Wilayah Pasar Baru Jakarta”. Tugas akhir ini ditulis dengan maksud untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik, Teknik Sipil. Tak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada setiap pihak yang telah mendukung serta membantu penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesainya. Terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Kedua orang tua, dan keluarga lainnya. Yang senantiasa membantu baik secara materil maupun secara moriil
2. Bapak Fajar Triwardono, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing yang mengarahkan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Zainal Abidin Shahab, M.T., dan bapak Jef Franklin Sinulingga, S.T., M.T. Selaku penguji dalam sidang tugas akhir yang atas saran dan masukan nya demi kebaikan tugas akhir ini.
4. Kepada teman-teman sekalian.

Jakarta, 9 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2. Identifikasi Masalah.....	I-2
1.3. Perumusan Masalah	I-2
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.5. Manfaat Penelitian	I-3
1.6. Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-3
1.7. Sistematika Penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA BERPIKIR.....	II-1
2.1. Beban	II-1
2.2. Perencanaan Bangunan Tahan Gempa Menurut SNI 1726-2019.....	II-1
2.2.1. Pengkategorian Struktur Bangunan	II-1

2.2.2. Klasifikasi Situs	II-4
2.2.3. Kategori Desain Seismik	11-5
2.2.4. Sistem Struktur Pemikul Gaya Seismik	II-10
2.2.5. Simpangan Antar Lantai.....	II-12
2.2.6. Gaya Geser Dasar	II-13
2.2.7. Ketidakberaturan Struktur	II-14
2.2.8. Analisis Spektrum Respons Ragam	II-16
2.2.9. Kombinasi Pembebanan dan Pengaruh Beban Gempa	II-17
2.3. Pushover Analysis	11-18
2.4. Kerangka berpikir	II-20
2.5. Penelitian terdahulu	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	III-1
3.1. Umum	III-1
3.2. Data Bangunan dan Data Material.....	III-1
3.3. Model Struktur.....	III-2
3.3.1. Model 3D Struktur	III-2
3.3.2. Denah Gedung	III-4
3.3.3. Potongan Bangunan	III-8
3.4. Bagan Alir Penelitian.....	III-10
3.5. Jadwal Penelitian	III-11
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISIS.....	IV-1
4.1. Permodelan Struktur	IV-1

4.1.1. Data struktur	IV-1
4.1.2. Preliminary Design	IV-1
4.2. Pembebanan Gravitasi	IV-8
4.1.3. Pembebanan Pada Pelat Lantai	IV-8
4.1.4. Pembebanan Pada Pelat Atap	IV-9
4.3. Pembebanan Gempa	IV-10
4.1.5. Data Gempa	IV-10
4.1.6. Sistem Struktur dan Parameternya	IV-11
4.1.7. Penentuan Periode Desain	IV-12
4.1.8. Penentuan Koefisien Respon Seismik	IV-16
4.1.9. Berat Seismik Efektif (W)	IV-16
4.1.10. Gaya Geser Dasar (Base Shear)	IV-17
4.1.11. Gaya Geser Statik Tiap Lantai	IV-20
4.1.12. Gempa Desain	IV-21
4.1.13. Pengecekan Simpangan Antar Lantai	IV-29
4.1.14. Pengecekan P-Delta	IV-33
4.4. Ketidakberaturan Struktur	IV-36
4.1.15. Ketidakberaturan Horizontal	IV-36
4.1.16. Ketidakberaturan Vertikal	IV-43
4.1.17. Prosedur Analisis yang Diizinkan	IV-47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA.....Daftar Pustaka-1
LAMPIRAN..... Lampiran-1



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung untuk beban gempa	II-1
Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa	II-3
Tabel 2.3 Klasifikasi situs.....	II-4
Tabel 2.4 Koefisien situs F_a	II-5
Tabel 2.5 Koefisien situs F_v	II-6
Tabel 2.6 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan pendek	II-9
Tabel 2.7 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respon percepatan periode 1 detik.....	II-10
Tabel 2.8 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem pemikul gaya seismic.....	II-10
Tabel 2.9 Ketidakberaturan horizontal pada struktur.....	II-14
Tabel 2.10 Ketidakberaturan vertical pada struktur.....	II-15
Tabel 2.11 Penelitian terdahulu	II-21
Tabel 3.1 Jadwal penelitian	III-11
Tabel 4.1 Perhitungan titik berat balok	IV-4
Tabel 4.3 Perhitungan momen inersia balok	IV-4
Tabel 4.4 Data struktur.....	IV-10
Tabel 4.5 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem gaya pemikul gaya seismic	IV-12
Tabel 4.6 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	IV-13
Tabel 4.7 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	IV-14
Tabel 4.8 Modal Partisipasi Massa	IV-15
Tabel 4.9 Modal partisipasi massa static koreksi.....	IV-15
Tabel 4.10 Center Of Mass And Rigidity.....	IV-17
Tabel 4.11 Distribusi Gempa Arah X.....	IV-18

Tabel 4.12 Distribusi Gempa Arah Y	IV-19
Tabel 4.13 Gaya geser statik tiap lantai.....	IV-21
Tabel 4.14 <i>Story Response</i> arah X	IV-23
Tabel 4.15 <i>Story Response</i> arah Y	IV-24
Tabel 4.16 Gempa Desain.....	IV-25
Tabel 4.17 Hasil pengecekan faktor skala	IV-25
Tabel 4.18 <i>Story Response</i> arah X	IV-26
Tabel 4.19 <i>Story Response</i> arah Y	IV-27
Tabel 4.20 Gaya geser statik dan dinamik terkoreksi tial lantai	IV-28
Tabel 4.21 Hasil pengecekan faktor skala	IV-28
Tabel 4.22 Gaya gempa lateral desain.....	IV-29
Tabel 4.23 <i>Diaphragm Center Of Mass Displacement X</i>	IV-29
Tabel 4.24 <i>Diaphragm Center Of Mass Displacement Y</i>	IV-30
Tabel 4.25 Simpangan antar tingkat izin	IV-31
Tabel 4.26 Simpangan antar lantai arah x	IV-32
Tabel 4.27 Simpangan antar lantai arah y	IV-32
Tabel 4.28 Data simpangan dan gaya geser antar lantai arah x	IV-34
Tabel 4.29 Data simpangan dan gaya geser antar lantai arah y	IV-34
Tabel 4.30 P-Delta arah X	IV-35
Tabel 4.31 P-Delta arah Y	IV-36
Tabel 4.32 Ketidakberaturan horizontal pada struktur	IV-37
Tabel 4.33 Rasio simpangan arah x	IV-38
Tabel 4.34 Rasio simpangan arah y	IV-39
Tabel 4.35 Pengecekan ketidakberaturan 1a dan 1b pada masing-masing arahx dan y	IV-40

Tabel 4.36 Pengecekan ketidakberaturan tipe 3.....	IV-41
Tabel 4.37 Ketidakberaturan vertikal pada struktur.....	IV-43
Tabel 4.38 Pengecekan ketidakberaturan tipe 1a dan 1b.....	IV-43
Tabel 4.39 Pengecekan ketidakberaturan tipe 2.....	IV-44
Tabel 4.40 Pengecekan ketidakberaturan tipe 3 untuk kolom 50 cm x 80 cm.....	IV-45
Tabel 4.41 Pengecekan ketidakberaturan tipe 3 untuk kolom 30 cm x 80 cm.....	IV-45
Tabel 4.42 Pengecekan ketidak beraturan 5a dan 5b	IV-46
Tabel 4.43 Ketidakberaturan struktur yang terjadi	IV-47
Tabel 4.44 Prosedur Analisis Yang Diizinkan.....	IV-48
Tabel 4.45 Pengecekan 25% gaya yang diterima oleh <i>frame</i>	IV-50
Tabel 4.46 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35 % gaya geser dasar	IV-51
Tabel 4.47 Tabel Gaya Dalam Aksial-Lentur Kolom.....	IV-83
Tabel 4.48 Gaya Geser Kolom.....	IV-84
Tabel 4.49 Gaya dalam akibat aksial-lentur	IV-96
Tabel 4.50 Gaya dalam akibat geser	IV-97
Tabel 4.51 Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur	IV-118
Tabel 4.51 Batasan simpangan pada tingkat kinerja struktur	IV-122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Parameter gerak tanah S_s untuk respon spectrum 0,2 detik	II-7
Gambar 2.2 Parameter gerak tanah S_1 untuk respon spectrum 0,2 detik	II-8
Gambar 2.3 Respon spectrum desain	II-9
Gambar 2.4 Penentuan simpangan antar lantai	II-12
Gambar 2.5 Skema <i>pushover</i> pada sistem SDOF	II-19
Gambar 2.6 Kerangka berpikir	II-20
Gambar 3.1 Model 3D struktur	III-3
Gambar 3.2 Denah basement 1	III-4
Gambar 3.3 Denah lantai 1	III-5
Gambar 3.4 Denah lantai mezanin	III-6
Gambar 3.5 Denah lantai 2-8	III-7
Gambar 3.6 Potongan 1	III-8
Gambar 3.7 Potongan 2	III-9
Gambar 3.8 Bagan alir penelitian	III-10
Gambar 4.1 Perhitungan nilai T dan S_a pada Excel dan grafik hubungan T dan S_a	IV-22
Gambar 4.2 Denah struktur	IV-40
Gambar 4.3 Posisi balok, kolom, dan shearwall	IV-42
Gambar 4.4 Posisi balok yang ditinjau	IV-53
Gambar 4.5 Gaya dalam balok	IV-53
Gambar 4.6 Posisi kolom yang ditinjau	IV-82
Gambar 4.7 Gaya dalam kolom	IV-83
Gambar 4.8 Posisi dinding geser yang ditinjau	IV-96
Gambar 4.9 Gaya dalam dinding geser	IV-96

Gambar 4.10 Rekapitulasi tulangan balok.....	IV-107
Gambar 4.11 Rekapitulasi tulangan kolom	IV-108
Gambar 4.12 Rekapitulasi tulangan dinding geser	IV-108
Gambar 4.13 Detail penulangan balok 400 x 900 mm.....	IV-109
Gambar 4.14 Detail penulangan balok 400 x 650 mm.....	IV-109
Gambar 4.15 Detail penulangan balok 500 x 500 mm.....	IV-110
Gambar 4.16 Detail penulangan balok 300 x 400 mm.....	IV-110
Gambar 4.17 Detail penulangan balok 400 x 500 mm.....	IV-111
Gambar 4.18 Detail penulangan kolom K1	IV-112
Gambar 4.19 Detail penulangan kolom K2	IV-112
Gambar 4.20 Detail penulangan dinding geser bentang 9200 mm	IV-113
Gambar 4.21 Detail penulangan dinding geser bentang 2300 mm	IV-113
Gambar 4.22 Hasil analisis pushover arah x	IV-114
Gambar 4.23 Hasil analisis purhover arah y.....	IV-114
Gambar 4.24 Kurva kapasitas arah x.....	IV-115
Gambar 4.25 Kurva kapasitas arah y.....	IV-115
Gambar 4.26 Kurva spektrum desain dan <i>spectrum adjustment</i>	IV-116
Gambar 4.27 Titik monitor <i>displacement</i>	IV-116
Gambar 4.28 Titik monitor <i>displacement</i>	IV-119

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 (KARTU ASISTENSI)..... Lampiran-2

LAMPIRAN 2 (*SHOPDRAWING*)..... Lampiran-5

