

TESIS

**“ANALISIS PERILAKU NONLINEAR DINDING
GESER MENGGUNAKAN METODE *DIRECT
DISPLACEMENT BASED DESIGN* DAN *TIME HISTORY
ANALYSIS*”**



OLEH :

JOSHUA UMBU KORA PEKU JAWANG

No. Mhs: 185102944

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
TAHUN 2023**



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN TESIS

Nama : JOSHUA UMBU KORA PEKU JAWANG
Nomor Mahasiswa : 185102944
Konsentrasi : STRUKTUR
Judul Tesis : ANALISIS PERILAKU NONLINEAR
DINDING GESER MENGGUNAKAN
METODE *DIRECT DISPLACEMENT BASED*
DESIGN DAN *TIME HISTORY ANALYSIS*

Dosen Pembimbing

Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D.

24/01/2023

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa
Laporan Tesis dengan judul :

**ANALISIS PERILAKU NONLINEAR DINDING GESER
MENGUNAKAN METODE *DIRECT DISPLACEMENT BASED DESIGN*
DAN *TIME HISTORY ANALYSIS***

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam laporan tesis ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa laporan tesis ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 24 Januari 2023

Yang membuat pernyataan



Joshua Umbu Kora Peku Jawang



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN TESIS

Nama : JOSHUA UMBU KORA PEKU JAWANG
Nomor Mahasiswa : 185102944
Konsentrasi : STRUKTUR
Judul Tesis : ANALISIS PERILAKU NONLINEAR
DINDING GESER MENGGUNAKAN
METODE *DIRECT DISPLACEMENT BASED*
DESIGN DAN *TIME HISTORY ANALYSIS*

Dosen Penguji

Tanggal

Tanda Tangan

Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D.

24/01/2023

Dr. Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng.

24/1/23

Prof. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng.

24/01/2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil


Dr. Ir. Dwiwiko Anusanto, M.T

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, bimbingan dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan tesis ini. Adapun tujuan penulisan laporan tesis dengan judul “**ANALISIS PERILAKU NONLINEAR DINDING GESER MENGGUNAKAN METODE *DIRECT DISPLACEMENT BASED DESIGN* DAN *TIME HISTORY ANALYSIS***” ini adalah untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan laporan tesis ini, antara lain kepada:

1. Prof. Ir. Yoyong Arfiadi, M.Eng, Ph.D., selaku Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus dosen pembimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tesis ini,
2. Dr. Ir. Imam Basuki, M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
3. Dr. Ir. J. Dwijoko Anusanto, M.T. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
4. Seluruh dosen Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan berbagai ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil selama ini,

5. Kedua orang tua yang kusayangi Bapak Ir. Umbu Soru Peku Jawang & Ibu Lidia Iki, S.Pd., kakak Rabbu, kakak Dirk, Putri, keluarga dan teman-teman yang telah mendukung dan memberikan doa,
6. Teman seperjuangan tesis yang telah berjuang bersama dalam proses pelaksanaannya,
7. Semua teman-teman lain yang telah membantu dalam proses penyusunan laporan tesis ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kemajuan penulis di masa yang akan datang. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tesis ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Yogyakarta, 17 Januari 2023

Joshua Umbu Kora Peku Jawang

NPM : 185102944

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
PENGESAHAN UJIAN TESIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xii
i	
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	7
2.2 Perbedaan Dengan Peneliti Terdahulu	10
BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Umum	13
3.2 Metode <i>Direct Displacement-Based Design</i>	14

3.3	Prosedur Perhitungan Metode <i>Direct Displacement-Based Design</i>	16
3.3.1	Desain Tahap Awal (<i>Preliminary Design Choices</i>)	16
3.3.2	Perpindahan Maksimum (Δ_d)	18
3.3.3	Tinggi Efektif	19
3.3.4	Massa Efektif	19
3.3.5	Redaman Efektif	19
3.3.6	Perioda Efektif	20
3.3.7	Kekakuan Efektif	20
3.3.8	Gaya Geser Dasar	20
3.4	Time History Analysis	21
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		23
4.1	Obyek Penelitian	23
4.2	Prosedur Kerja & Metode Analisis Data	27
4.2.1	Prosedur Pemodelan & Analisis	28
4.2.2	Metode DDBD	29
4.2.3	Analisis Nonlinear Riwayat Waktu	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		36
5.1	Hasil	36
5.2	Pembahasan	64
BAB VI KESIMPULAN		66
6.1	Kesimpulan	66
6.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		72

DAFTAR TABEL

2.1	Perbedaan dengan Peneliti Terdahulu.....	11
4.1	Dimensi Elemen Struktur Gedung.....	24
4.2	Daftar Rekaman Gempa.....	34
5.1	Output Gaya Geser Dasar Pada Model Struktur SW-1.....	36
5.2	Output Gaya Geser Dasar Pada Model Struktur SW-2.....	38
5.3	Output Gaya Geser Dasar Pada Model Struktur SW-3.....	40
5.4	Perhitungan <i>Overtuning Moment</i> Relatif Struktur SW-1	41
5.5	Perhitungan <i>Overtuning Moment</i> Relatif Struktur SW-2	43
5.6	Perhitungan <i>Overtuning Moment</i> Relatif Struktur SW-3	44
5.7	Desain Perpindahan Rencana Struktur SW-1.....	47
5.8	Desain Perpindahan Rencana Struktur SW-2.....	48
5.9	Desain Perpindahan Rencana Struktur SW-3.....	48
5.10	Hasil Nilai Parameter <i>DDBD</i> Tiap Tipe Struktur.....	49
5.11	Perhitungan Spectra Displacement Redaman 10.95% Struktur SW-1	50
5.12	Nilai Faktor Skala.....	56
5.13	Nilai Kekakuan Dinding Geser	62
5.14	Nilai Perpindahan SDOF Analisis Riwayat Waktu.....	63
5.15	Nilai Gaya Geser Dasar	63
5.16	Nilai Kekakuan Efektif Struktur.....	63
6.1	Rekapitulasi Nilai Parameter Gaya Geser Dasar.....	66
6.2	Rekapitulasi Nilai Parameter Perpindahan SDOF.....	67
6.3	Rekapitulasi Nilai Kekakuan Efektif.....	67
6.4	Nilai Kekakuan Dinding Geser dari Kurva Histeresis.....	68

DAFTAR GAMBAR

3.1	Konsep Dasar/ <i>Fundamentals of Direct Displacement-Based Design</i> (Priestley et al., 2007).....	16
3.2	Tinggi Dinding <i>contraflexure</i> Berdasarkan Proporsi Gaya Geser dan <i>Moment Overturning</i> Relatif (Sullivan, 2009).....	18
4.1	Denah Lantai 1-12 Struktur Gedung.....	24
4.2	Model 3D Struktur Gedung.....	25
4.3	Penampang Dinding Geser SW-1, SW-2 & SW-3	25
4.4	Alur Penelitian.....	27
4.5	Penentuan Nilai Kekakuan Pada Kurva Histeresis.....	35
5.1	Distribusi Gaya Geser Struktur SW-1	42
5.2	Momen <i>Overturning</i> Relatif Struktur SW-1	42
5.3	Distribusi Gaya Geser Struktur SW-2	43
5.4	Momen <i>Overturning</i> Relatif Struktur SW-2	44
5.5	Distribusi Gaya Geser Struktur SW-3	45
5.6	Momen <i>Overturning</i> Relatif Struktur SW-3	45
5.7	Respon Spektrum Desain Wilayah Yogyakarta	53
5.8	Spektra <i>Displacement</i> Pada Redaman 10.956 % Struktur SW-1	53
5.9	<i>Ground Motion</i> Gempa El Centro, 1940.....	54
5.10	<i>Ground Motion</i> Gempa Northridge, 1994.....	54
5.11	<i>Ground Motion</i> Gempa San Fernando, 1971	55
5.12	<i>Matched Acceleration</i> Respon Spektrum Struktur SW-1	56
5.13	<i>Matched Acceleration</i> Respon Spektrum Struktur SW-2	56
5.14	<i>Matched Acceleration</i> Respon Spektrum Struktur SW-3	57
5.15	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa El Centro Struktur SW-1	58
5.16	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa San Fernando Struktur SW-1	58
5.17	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa Northridge Struktur SW-1	59
5.18	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa El Centro Struktur SW-2.....	59
5.19	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa San Fernando Struktur SW-2	60

5.20	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa Northridge Struktur SW-2.....	60
5.21	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa El Centro Struktur SW-3.....	61
5.22	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa San Fernando Struktur SW-3	61
5.23	Kurva Histeresis <i>Wall</i> Gempa Northridge Struktur SW-3.....	62



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Pemodelan Shear Wall dan Gedung menggunakan software
MIDAS Gen

LAMPIRAN 2. Data Perhitungan



INTISARI

ANALISIS PERILAKU NONLINEAR DINDING GESER MENGGUNAKAN METODE *DIRECT DISPLACEMENT BASED DESIGN* DAN *TIME HISTORY ANALYSIS*, Joshua Umbu Kora Peku Jawang, NPM 185102944, Tahun 2023, Bidang Peminatan Struktur, Program Pascasarjana, Magister Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa pada umumnya dilakukan dengan pendekatan desain berbasis gaya. Dalam pendekatan berbasis gaya, akan dihitung nilai gaya geser dasar desain untuk memperkirakan besar nilai gaya yang diberikan pada bangunan pada saat gempa terjadi. Sedangkan dalam desain berbasis kinerja, untuk memperkirakan besar gaya geser desain yang diberikan pada bangunan saat terjadi gempa untuk mencapai kinerja struktur yang diinginkan, salah satunya adalah metode *Direct Displacement Based Design* (DDBD) yang akan dibandingkan dengan hasil analisis nonlinear riwayat waktu.

Penelitian ini dilakukan pada sistem struktur penahan gempa berupa sistem ganda dinding geser dengan tipe SW-1, SW-2 & SW-3. Lokasi struktur dinding geser diasumsikan berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dengan jenis tanah sedang (D). Mutu beton $f'_c = 30$ MPa, kuat leleh baja tulangan = 400 MPa, tebal dinding geser = 30 cm, struktur gedung yang ditinjau dengan jumlah 12 lantai, pembebanan diasumsikan beban mati tambahan = 4 kN/m dan beban hidup = 1.95 kN/m.

Hasil analisis menjelaskan tahap-tahap dalam penelitian ini dengan menggunakan program bantu analisis yaitu MIDAS GEN 2019, dengan metode DDBD untuk penentuan kekakuan efektif, gaya geser dasar dan target perpindahan. Analisis Nonlinear Riwayat menggunakan 3 rekaman gempa El Centro, San Fernando & Northridge diperoleh nilai kekakuan, gaya geser dasar, perpindahan SDOF dan kurva respon histeresis pada dinding geser. Hasil analisis respon struktur menunjukkan nilai kekakuan metode DDBD lebih kecil dari perilaku nonlinearitas pada analisis nonlinear riwayat waktu.

Kata Kunci : *Direct Displacement Based Design*, kekakuan, riwayat waktu, kurva histeresis, dinding geser

ABSTRACT

ANALYSIS OF NONLINEAR BEHAVIOR SHEAR WALLS USING THE DIRECT DISPLACEMENT BASED DESIGN AND TIME HISTORY ANALYSIS METHOD, Joshua Umbu Kora Peku Jawang, NPM 185102944, 2023, Structure Specialization, Postgraduate Program, Civil Engineering Master, Atma Jaya University Yogyakarta.

Earthquake resistant building structure planning is generally carried out with a style -based design approach. In the style -based approach, the basic shear force value of the design will be calculated to estimate the value of the force given to the building when the earthquake occurs. Whereas in the performance -based design, to estimate the large shear force given to the building when an earthquake occurs to achieve the desired structure performance, one of which is the Direct Displacement Based Design (DDBD) method that will be compared with the nonlinear analysis results.

This study was conducted on an earthquake retaining structure system in the form of a dual sliding wall system with the SW-1 type, SW-2 & SW-3. The location of the shear wall structure is assumed to be in the Special Region of Yogyakarta with a medium soil type (D). Concrete $f_c' = 30$ MPa, Reinforcement Steel Melt Strength = 400 MPa, Shear Wall Thickness = 30 cm, Building Structure Investigated with a total of 12th Floor, loading is assumed to be an additional dead load = 4 kN/m and living load = 1.95 kN/m.

The results of the analysis explain the stages in this study using the analysis aid program, namely Midas Gen 2019, with the DDBD method for determining effective stiffness, basic shear force and displacement target. Nonlinear Analysis History uses 3 El Centro Earthquake Records, San Fernando & Northridge obtained stiffness values, basic shear force, SDOF transfer and hysteresis response curve on shear walls. The results of the analysis of the structural response indicate the stiffness value of the DDBD method is smaller than the nonlinearity behavior in the nonlinear analysis of time history.

Keywords: Direct Displacement Based Design, Stiffness, Time History, Hicteresis Curve, Shear Wall