

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG DUAL SYSTEM**  
**MENGGUNAKAN METODE DIRECT DISPLACEMENT BASED DESIGN**  
**DAN METODE CAPACITY SPECTRUM**

**(Studi kasus proyek Gedung Perkantoran di Padang)**

Diajukan sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Strata 1 (S-1)



**UNIVERSITAS**  
**MERCU BUANA**

**Disusun oleh :**

**Mochamad Zakaria**

**41115120047**

**Pembimbing :**

**Ivan Jansen Saragih S.T., M.T**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MERCU BUANA**

**2020**

## ABSTRAK

Judul: Analisis Gedung Beraturan Dual System Menggunakan Metode Direct displacement Based Design Dan Capacity Spectrum Method, Nama: Mochamad Zakaria, NIM: 41115120047, Dosen Pembimbing: Ivan Jansen Saragih S.T., M.T

Desain struktur tahan gempa biasa menggunakan konsep forced-based desain (FBD). Konsep tersebut hanya didasarkan pada analisis struktur elastik dan tidak secara langsung menunjukkan kinerja bangunan terhadap pengaruh gempa yang terjadi. Untuk itu diperlukan evaluasi kinerja dengan melakukan analisis untuk mencapai keadaan struktur yang tidak elastis yang disebut konsep performance-based design (PBD). Dalam penelitian ini terdapat dua metode analisis unjuk kerja yang didasarkan pada pergeseran lateral kondisi inelastis yaitu metode Direct Displacement Based Design (DDBD) dan Metode Spektrum Kapasitas (CSM). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan membandingkan antara parameter kinerja dari metode tersebut. Model struktur merupakan bangunan biasa sistem ganda yang menggabungkan struktur rangka dan dinding beton bertulang. Desain beban gempa pada penelitian ini berdasarkan SNI 1726-2012. Nilai parameter yang ditinjau adalah perpindahan, gaya geser dasar, redaman efektif, dan waktu getar efektif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua nilai parameter analisis metode DDBD lebih besar dari metode CSM. Metode DDBD menghasilkan displacement target 1,007 m, gaya geser dasar 36501,4 kN, redaman efektif 11,01%, dan waktu getar efektif 4,88 detik. Sedangkan metode CSM menghasilkan perpindahan target 0,71254 m, gaya geser dasar 16012,9 kN, redaman efektif 13,40% dan waktu getar efektif 5,202 detik. Evaluasi kinerja struktur berbasis ATC-40 menunjukkan metode DDBD berada pada level pengendalian kerusakan, sedangkan metode CSM berada pada level hunian langsung.

**Kata Kunci : Struktur bangunan biasa sistem ganda yang tidak elastis, berbasis perpindahan langsung desain, metode spektrum kapasitas, kinerja struktur.**

## **ABSTRACT**

*Title: Analysis Dual System Regular Building Using Direct Displacement Based Design Method And Capacity Spectrum Method, Name: Mochamad Zakaria, NIM: 41115120047, Supervisor: Ivan Jansen Saragih S.T., M.T*

*Earthquake resistant structural design commonly used the concept of forced-based*

*design (FBD). The concept is only based on the analysis of elastic structures and not directly indicated the performance of the building against the effects of the occurred earthquake. So, it requires a performance evaluation by conducting analyzes to reach a state of inelastic structure called the concept of performance-based design (PBD). In this study, there are two methods of performance analysis that were based on the lateral displacement of the inelastic conditions, the methods are Direct Displacement Based Design (DDBD) and Capacity Spectrum Method (CSM). The purposes of this study are to identify and to compare between the performance parameters of the methods. The structural model is a dual system regular building which combine a frame structure and reinforced concrete wall. The seismic load design in this study based on SNI 1726-2012. The reviewed parameter values are the displacement, base shear force, effective damping, and effective vibrating times. The results of this study indicated that all the parameter values of the DDBD method analysis are larger than CSM method. DDBD method produced a target displacement 1,007 m, the base shear force 36501,4 kN, effective damping 11,01%, and the effective vibrating times 4,88 seconds. Mean while the method of CSM produced target displacement 0,71254 m, the base shear force 16012,9 kN, effective damping 13,40% and the effective vibrating times of 5,202 seconds. The evaluation of the structure performances which is based on ATC-40 indicated the DDBD method was on damage control level, whereas the CSM method was on the immediate occupancy level..*

***Keywords: Inelastic, dual system regular building structure, direct displacement based design, capacity spectrum method, structure performance.***



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

**Q**

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** : ANALISIS KINERJA STRUKTUR GEDUNG DUAL SYSTEM  
MENGUNAKAN METODE DIRECT DISPLACEMENT BASED  
DESIGN DAN METODE CAPACITY SPECTRUM

Disusun oleh :

**Nama** : Mochamad Zakaria

**NIM** : 41115120047

**Program Studi** : Teknik Sipil

Telah diujikan dan dinyatakan LULUS pada sidang sarjana :

Tanggal : 12 September 2020

Mengetahui  
Pembimbing Tugas Akhir

(Ivan Jansen Saragih, S.T., M.T.)

Ketua Penguji

(Donald Essen, S.T., M.T.)

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Acep Hidayat, S.T., M.T.

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

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mochamad Zakaria  
Nomor Induk Mahasiswa : 41115120047  
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.

Jakarta, 24 Agustus 2020

Yang memberikan pernyataan



**Mochamad Zakaria**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Alhamdulillahirabbil 'alamin*

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga Tugas Akhir ini dapat di selesaikan dengan baik dan tepat waktu sebagai salah syarat untuk mendapatkan gelar strata – 1 ( S-1) program studi Teknik Sipil fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis mengangkat judul Analisis Kinerja Struktur Gedung Dual System Menggunakan Metode *Direct displacement Based Design* Dan Metode *Capacity Spectrum*

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut serta memotivasi, memberikan saran, pengarahan serta bimbingan dalam proses penyelesaian laporan tugas akhir ini, diantaranya :

1. Kepada kedua Orang Tua, ibu, bapak dan saudara-saudara kandung yang tidak henti- hentinya mendoakan dan memberikan dukungannya.
2. Bapak Ivan Jansen Saragih S.T., M.T Sebagai dosen pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan fikirannya, dan juga memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi sehingga tugas akhir ini bisa diselesaikan tepat waktu.
3. Bapak Acep Hidayat, ST.MT. selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercubuana Jakarta.
4. Bapak Acep Hidayat, ST.MT. Selaku ketua Koordinator Pembimbing tugas akhir, yang selalu memotivasi dan memberikan banyak pengarahan dalam pelaksanaan tugas akhir periode tahun ini.

5. Segenap Jajaran Dosen Universitas Mercu Buana Jakarta yang telah menyampaikan banyak pembelajaran dan bimbingan semasa kuliah.
6. Bapak Achamad Syarif Hidayat Selaku Staf TU Teknik Sipil, yang sudah mau meluangkan waktu dan tenaga untuk mengatur penjadwalan sidang dan segala administrasinya.
7. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu namanya, yang telah memberikan banyak saran, kritikan, dukungan, semangat dan doanya.

Dalam pembuatan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kesalahan dan kekurangan. Dan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 24 April 2020

( Mochamad Zakaria )

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b><i>ABSTRACT</i>.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Identifikasi Masalah.....	I-3
1.3 Perumusan Masalah .....	I-3
1.4 Maksud dan Tujuan Perencanaan .....	I-3
1.5 Manfaat Perencanaan dan Hasil Yang Diharapkan .....	I-4
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah .....	I-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUN PUSTAKA .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Umum .....	II-1



2.2	Dasar Analisis Beban Gempa (berdasarkan SNI 1726-2012) .....	II-1
2.2.1	Gempa Rencana .....	II-1
2.2.2	Peninjauan Terhadap Wilayah Gempa .....	II-1
2.2.3	Faktor Keutamaan dan Kategori Resiko Struktur Bangunan.....	II-3
2.2.4	Kombinasi Beban dan Pengaruh Beban Gempa .....	II-5
2.2.5	Klasifikasi Situs .....	II-6
2.2.6	Parameter Percepatan Terpetakan.....	II-9
2.2.7	Paramater Percepatan Spektral Desain .....	II-10
2.2.8	Spektrum Respons Desain .....	II-10
2.2.9	Kategori Desain Seismik (KDS).....	II-11
2.2.10	Idealisasi Respon Struktur .....	II-12
2.2.11	Faktor Redundansi, $\rho$ untuk Kategori Desain Seismic D sampai F .....	II-15
2.2.12	Prosedur Perhitungan Gaya Lateral Ekuivalen.....	II-16
2.6	Ketentuan Penulangan .....	II-33
2.6.1	Balok.....	II-33
2.6.2	Kolom .....	II-35
2.7	Pushover Anlaysia.....	II-36
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Prosedur Perencanaan .....	III-1
3.2	Data Perancangan .....	III-2
3.3	Denah Perencanaan.....	III-3

3.4	Diagram Alir Penelitian .....	III-6
3.4.1	Preliminary Design .....	III-8
3.4.2	Permodelan Struktur .....	III-8
3.4.3	Spesifikasi dan Fungsi Bangunan .....	III-9
3.4.4	Analisa Pembebanan.....	III-9
3.4.5	Permodelan dan Analisis Struktur Respon Spektra .....	III-10
3.4.6	Pengecekan Persyaratan Struktur.....	III-12
3.4.7	Penentuan Dimensi .....	III-12
3.4.8	Penulangan.....	III-13
3.4.9	Pushover analysis.....	III-13
3.4.10	Evaluasi Level Kinerja.....	III-18
<b>BAB IV ANALISIS DAN HASIL .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Menentukan Tingkat Kinerja Struktur .....	IV-1
4.2	<i>Pre-Eliminary Design</i> .....	IV-1
4.2.1	Pembebanan .....	IV-1
4.2.2	Perencanaan Dimensi Balok .....	IV-2
4.2.3	Perencanaan Dimensi Pelat.....	IV-4
4.2.4	Perencanaan Dimensi Kolom.....	IV-9
4.2.5	Perencanaan Dinding Geser ( <i>Shearwall</i> ) .....	IV-13
4.3	Permodelan.....	<b>IV-14</b>
4.4	Spesifikasi Dan Fungsi Bangunan .....	<b>IV-17</b>

4.5	Pembebanan .....	<b>IV-20</b>
4.5.1	Pembebanan Gravitasi .....	IV-20
4.5.2	Kombinasi Pembebanan .....	IV-21
4.6	Pemilihan Prosedur Analisis .....	<b>IV-23</b>
4.6.1	Permodelan Respon Spektra .....	IV-24
4.6.2	Pengecekan Persyaratan Struktur ( <i>fixed base</i> ) .....	IV-27
4.6.3	Pengecekan Periode Izin Maksimum.....	IV-27
4.6.4	Pengecekan Gaya Geser Dalam .....	IV-30
4.6.5	Kontribusi Frame Memikul Minimal 25% Gaya Lateral.....	IV-34
4.7	Metode Direct Displacement-Based Design (DDBD) .....	<b>IV-36</b>
4.7.1	Menghitung Wall Conflexure Height .....	IV-36
4.7.2	Menghitung Wall Yield Displacement .....	IV-38
4.7.3	Menghitung Design Displacement Profile.....	IV-40
4.7.4	Menghitung Rencana Perpindahan SDOF, Tinggi Efektif, dan Masa Efektif .....	IV-41
4.7.5	Menentukan Redaman Ekuivalen .....	IV-43
4.7.6	Menghitung Periode Efektif dan Kekakuan Efektif .....	IV-45
4.7.7	Menghitung Gaya Geser Dasar dan Distribusi Gaya.....	IV-45
4.7.8	Evaluasi level kinerja.....	IV-45
4.8	Metode Capacity Spectrum Method.....	<b>IV-46</b>
4.8.1	Demand Spectrum.....	IV-47

4.8.2	Performance Point.....	IV-47
4.8.3	Evaluasi level kinerja.....	IV-48
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>V1</b>
5.1	Kesimpulan.....	V1
5.2	Saran.....	V2
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>Pustaka 1</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Respons Spektra Percepatan 0,2 detik kelas situs SB berdasarkan SNI 03-1726-2012 (Sumber : spektra indo 2011).....	II-2
Gambar 2. 2 Peta Respons Spektra Percepatan 1 detik, kelas situs SB berdasarkan SNI 03-1726-2012 (Sumber: spektra indo 2011).....	II-2
Gambar 2. 3 Spektrum respons desain ( FEMA 440).....	II-11
Gambar 2. 4 Konsep dasar direct displacement-based design.....	II-27
Gambar 2. 5 Tinggi dinding contraflexure berdasarkan proporsi gaya geser dan moment overtuning relative (Sumber: Sullivan, 2009).....	II-29
Gambar 2. 6 Performance Point pada Capacity Spectrum Method (ATC-40, 1996)	II-31
Gambar 2. 7 Analisis pushover. (FEMA-440, 2005).....	II-33
Gambar 3. 1 Denah Lt. 1-15 .....	III-3
Gambar 3. 2 Denah Lantai Atap .....	III-4
Gambar 3. 3 Denah Lantai Atap. ....	III-5
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian (Umum). ....	III-8
Gambar 3. 5 Grafik Spektral Percepatan Gempa Wilayah Padang .....	III-11
Gambar 3. 6 Tahap Pertama Pushover Analysis.....	III-13
Gambar 3. 7 Tahap Kedua Pushover Analysis .....	III-14
Gambar 3. 8 Tahap Ketiga A Menetapkan Beban Gravitasi Pada Pushover Analysis..	III-15
Gambar 3. 9 Tahap Ketiga B. Menetapkan perpindahan lateral Pada Pushover Analysis .....	III-15
Gambar 3. 10 Tahap Keempat Pada Pushover Analysis .....	III-16
Gambar 3. 11 Tahap Kelima Review Output 1 Dari Pushover Analysis .....	III-16
Gambar 3. 12 Tahap Kelima Review Output 2 Dari Pushover Analysis .....	III-17

Gambar 3. 13 Tahap Kelima Review Output 3 Dari Pushover Analysis. ....	III-17
Gambar 3. 14 Tahap Kelima Review Output 4 Dari Pushover Analysis .....	III-18
Gambar 4. 1 Denah Pembalokan .....	IV-3
Gambar 4. 2 Denah pelat .....	IV-4
Gambar 4. 3 Model-A Plan View .....	IV-15
Gambar 4. 4 Struktur Fixed Base (Model A).....	IV-16
Gambar 4. 5 Penginputan jenis restraints .....	IV-17
Gambar 4. 7 Pemilihan function type respon spectrum.....	IV-25
Gambar 4. 8 Penginputan Data Respon Spektra.....	IV-26
Gambar 4. 9 Spektra Perpindahan .....	IV-45
Gambar 4. 10 Kurva kapasitas .....	IV-47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa.	II-3
Tabel 2. 2 Faktor Keutamaan Gempa.	II-5
Tabel 2. 3 Klasifikasi Situs.	II-7
Tabel 2. 4 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek, $S_{DS}$ .	II-11
Tabel 2. 5 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 detik, $S_{D1}$ .	II-12
Tabel 2. 6 Faktor $R$ , $C_d$ , dan $\Omega_0$ untuk sistem penahan gaya gempa.	II-13
Tabel 2. 7 Persyaratan untuk masing-masing tingkat yang menahan lebih dari 35% gaya geser dasar.	II-16
Tabel 2. 8 Beban Hidup Terdistribusi Merata Minimum, $L_0$ dan Beban Hidup Terpusat Minimum.	II-17
Tabel 2. 9 Faktor Elemen Beban Hidup, $K_{LL}$ .	II-21
Tabel 2. 10 Prosedur Analisis yang Diperbolehkan.	II-21
Tabel 2. 11 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.	II-24
Tabel 2. 12 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .	II-24
Tabel 3. 1 Spesifikasi Material	III-2
Tabel 3. 2 Parameter Respon Gempa Wilayah Padang untuk Kelas Situs E (Tanah Lunak)	III-11
Tabel 4. 1 Batasan Tingkat Kinerja <i>Life Safety</i> pada Rangka	IV-1
Tabel 4. 2 Hasil <i>Preliminary</i> Balok T	IV-3
Tabel 4. 3 Hasil <i>Preliminary</i> Balok L	IV-4
Tabel 4. 4 Hasil <i>Preliminary</i> Pelat Satu Arah	IV-5

Tabel 4. 5 Hasil <i>Preliminary</i> Pelat Dua Arah.....	IV-9
Tabel 4. 6 Hasil <i>Preliminary</i> Kolom .....	IV-10
Tabel 4. 7 Tabel Rekapitulasi Perhitungan Kolom.....	IV-13
Tabel 4. 8 Parameter Desain.....	IV-18
Tabel 4. 9 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode Pendek, $S_{DS}$ .....	IV-19
Tabel 4. 10 Kategori Desain Seismik berdasarkan Parameter Respons Percepatan Periode 1 detik, $S_{D1}$ .....	IV-19
Tabel 4. 11 Tabel Sistem Penahan Gaya Seismik .....	IV-20
Tabel 4. 12 Rumus Kombinasi Beban .....	IV-22
Tabel 4. 13 Kombinasi Beban Yang Dipakai .....	IV-23
Tabel 4. 14 Respon Spektra Desain .....	IV-24
Tabel 4. 15 Tabel Variabel Respon Spectrum .....	IV-26
Tabel 4. 16 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	IV-28
Tabel 4. 17 Nilai Parameter Periode Pendekatan $C_t$ dan $x$ .....	IV-28
Tabel 4. 18 Tabel Modal Particip ating Mass Ratio ETABS.....	IV-29
Tabel 4. 19 Tabel Beban .....	IV-30
Tabel 4. 20 Tabel Gaya Geser Minimum. ....	IV-33
Tabel 4. 21 Tabel Gaya Geser Minimum .....	IV-34
Tabel 4. 22 Hasil <i>Support Reaction Frame</i> Arah X .....	IV-34
Tabel 4. 23 Hasil <i>Support Reaction Frame</i> Arah Y .....	IV-35
Tabel 4. 24 Hasil <i>Support Reaction Wall</i> Arah X.....	IV-35
Tabel 4. 25 Hasil <i>Support Reaction Wall</i> Arah Y.....	IV-36
Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Frame 25% .....	IV-36
Tabel 4. 27 Tabel Perhitungan Motmi Wall .....	IV-37



Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan $\Delta D_i$ .....	IV-40
Tabel 4. 29 Perhitungan Rencana Perpindahan SDOF, Tinggi Efektif, dan Masa Efektif .....	IV-41
Tabel 4. 30 Perhitungan Panjang dan Tinggi Rata-Rata Balok .....	IV-43
Tabel 4. 31 Distribusi sendi plastis .....	IV-46
Tabel 4. 32 Perbandingan parameter kinerja struktur dual system hasil analisis metode DDBD dan CSM.....	IV-49