

# **TUGAS AKHIR**

**NOMOR : 1494/WM/FT.S/SKR/2022**

## **RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA DAN SAP 2000 UNTUK ANALISA STRUKTUR PORTAL 2D**



**DISUSUN OLEH :  
YOHANES SAN WATOMAKIN**

**NOMOR REGISTRASI**

**211 16 021**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN**  
**HINGGA DAN SAP 2000 UNTUK ANALISA**  
**STRUKTUR PORTAL 2D**


**DISUSUN OLEH :**  
**YOHANES SAN WATOMAKIN**  
**NOMOR REGISTRASI :**  
**211 16 021**  
**DIPERIKSA OLEH :**

**PEMBIMBING I**



**CHRISTIANI C. MANUBULU, ST., M.ENG**  
**NIDN : 081 906 910 2**

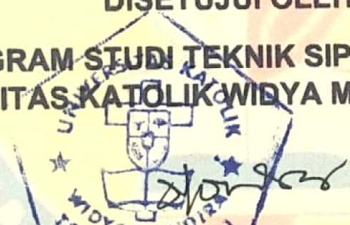
**PEMBIMBING II**



**MAURITIUS ILDO RIVENDI NAIKOKOFI, ST., MT**  
**NIDN : 082 209 880 3**

**DISETUJUI OLEH :**

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL-FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**



**DR. DON GASPAR N. DA COSTA, ST., MT**  
**NIDN : 082 003 680 1**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG**



**PATRISIUS BATARIUS, ST., MT**  
**NIDN : 081 503 780 1**

LEMBAR PENGESAHAN

# TUGAS AKHIR

RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN  
HINGGA DAN SAP 2000 UNTUK ANALISA  
STRUKTUR PORTAL 2D

DISUSUN OLEH :

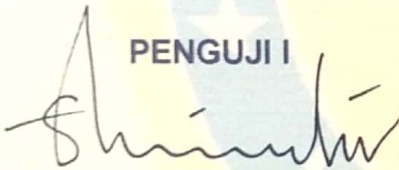
YOHANES SAN WATOMAKIN

NOMOR REGISTRASI :

211 16 021

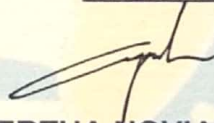
DIPERIKSA OLEH :

PENGUJI I



STEPHANUS OLA DEMON, ST., MT  
NIDN : 080 909 740 1

PENGUJI II



ENGELBERTHA NOVIANI BRIA SERAN, ST., MT  
NIDN : 150 711 850 1

PENGUJI III



CHRISTIANI C. MANUBULU, ST., M.ENG  
NIDN : 081 906 910 2

# Motto

*"Bersukacitalah dalam pengharapan,  
sabarlah dalam kesesakan, dan  
bertekunlah dalam doa!"*

*(Roma 12:12)*

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun dengan judul “**Relevansi Penggunaan Metode Elemen Hingga Dan SAP 2000 Untuk Analisa Struktur Portal 2D**”. Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi pada program strata satu pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Tugas Akhir ini selesai berkat bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, Untuk itu disampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Patrisius Batarius, ST., MT. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Dr. Don Gaspar Noesaku Da Costa, ST., MT. Sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang yang telah memberikan kesempatan untuk menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Christiani Chandra manubulu, ST., M. Eng. Sebagai Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang dan sebagai dosen pembimbing 1 yang telah membimbing hingga Tugas Akhir ini selesai.
4. Bapak Mauritius I.R Naikofi, ST., MT. sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membimbing hingga Tugas Akhir ini selesai.
5. Bapa dan Mama, kakak serta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Teman-teman angkatan sipil 2016 dan Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa masih ada kesalahan dan kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir, maka kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Kupang, 2022

Penulis

# **ABSTRAKSI**

**NOMOR : 1494/WM/FT.S/SKR/2022**

Metode elemen hingga (M.E.H) merupakan metode yang dapat memecahkan suatu masalah dengan jumlah derajat kebebasan tertentu menjadi lebih lebih sederhana. Masalah – masalah dalam bidang teknik seperti analisis gaya – gaya dalam, displacement (perpindahan), reaksi tumpuan pada struktur.

Metode elemen hingga sering digunakan untuk memecahkan masalah dalam bidang teknik sipil. Namun karena membutuhkan waktu yang lama orang-orang lebih memilih menggunakan software seperti SAP 2000 dalam analisis perhitungan.

Tujuan tulisan ini untuk mengetahui nilai displacement joint, gaya aksial, dan reaksi perletakan pada tumpuan dari hasil manual metode elemen hingga dan SAP 2000 serta mengetahui apakah ada relevansi antar keduanya.

Jenis struktur yang di tinjau yaitu portal 2D, dengan tinggi setiap kolom 4 m dan lebar balok 6 m, dengan fungsi bangunan kantor 2 lantai. Beban-beban yang bekerja pada struktur antara lain yaitu: beban mati dan beban hidup.

Hasil yang didapat dari perbandingan metode elemen hingga dan SAP 2000 yaitu nilai tidak lebih besar dari 5%, dengan demikian perhitungan metode elemen hingga dan SAP 2000 dapat dinyatakan relevan.

**Kata Kunci:** Metode Elemen Hingga , Struktur Portal 2D, SAP 2000, Displacement joint, Gaya aksial, Reaksi perletakan,



# DAFTAR ISI

## COVER

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>MOTTO</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>ABSTRAKSI</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan.....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-2
1.5 Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu.....	I-3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	II-1
2.1 Prinsip Dasar Perhitungan Gaya Dalam.....	II-1
2.1.1 Keseimbangan ( <i>Equilibrium</i> ).....	II-1
2.1.2 Hukum Bahan ( <i>Constitutive Law</i> ).....	II-1
2.1.3 Syarat Keselarasan (Boundary Conditions) .....	II-3
2.2 Koordinat Global Dan Lokal .....	II-4
2.2.1 Sistem Koordinat Global.....	II-4
2.2.1 Sistem Koordinat Lokal.....	II-5
2.3 Metode Elemen Hingga Untuk Analisa Portal Dua Dimensi.....	II-6
2.3.1 Matriks.....	II-7
2.3.2 Derajat Kebebasan.....	II-9
2.3.3 Hubungan Kekakuan Dalam System Koordinat Lokal.....	II-11
2.3.4 Member Local Fixed end forces Vector Qf.....	II-15
2.3.5 Transformasi Koordinat .....	II-19
2.3.6 Hubungan Kekakuan Member Pada System Koordinat Global .....	II-22
2.3.6 Hubungan Kekakuan Struktur Untuk Portal 2D .....	II-27

2.3.7	Vector Fied end forces dan beban join equivalent .....	II-31
2.3.8	Perakitan Matriks Kekakuan Serta Vector Joint Forces Menggunakan Nomor Kode .....	II-32
2.4	Dasar Perencanaan .....	II-34
2.4.1	Jenis Pembebanan.....	II-34
2.4.2	Propinsi keamanan.....	II-34
2.5	Aplikasi SAP .....	II-36
<b>BAB III METODOLIGI PENELITIAN.....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Umum .....	III-1
3.2	Pengumpulan Data.....	III-1
3.3	Diagram Alir Penelitian ( <i>Flow Chart</i> ).....	III-5
3.3.1	Diagram Alir Utama Penelitian .....	III-5
3.3.2	Penjelasan Diagram Alir Utama .....	III-6
2.3.3	Diagram Alir Metode Elemen Hingga (MEH) .....	III-8
3.3.4	Penjelasan Diagram Alir Metode Elemen Hingga.....	III-9
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Pengambilan Data.....	IV-1
4.1.1	Pemilihan Fungsi Portal.....	IV-1
4.1.2	Data perencanaan.....	IV-1
4.2	Analisis Portal Bidang 2D.....	IV-2
4.2.1	Analisa Metode Elemen Hingga (MEH) .....	IV-2
4.2.2	Analisa SAP 2000 (Structure Analysis Program) .....	IV-67
4.3	Pembahasan .....	IV-72
4.3.1	Hasil Analisa Metode Elemen Hingga.....	IV-72
4.3.2	Hasil Analisa SAP 2000.....	IV-74
4.3.3	Relevansi Hasil Analisa Metode Elemen Hingga (MEH) Dan Structure Analysis Program (SAP) 2000.....	IV-77
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>V-1</b>
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran .....	V-3
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>V-4</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Jenis Kondisi Tumpuan .....	II-3
<b>Tabel 3.1</b> Perencanaan dimensi balok berdasarkan tabel 9.5.a SNI 2847-2013 .....	III-3
<b>Tabel 4.1</b> Rekapitan Koordinat X Dan Y.....	IV-3
<b>Tabel 4.2</b> Data Pada Member 1 .....	IV-3
<b>Tabel 4.3</b> Hitungan Panjang Dan Arah Kosinus Member 1.....	IV-4
<b>Tabel 4.4</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 1 .....	IV-14
<b>Tabel 4.5</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 5.....	IV-15
<b>Tabel 4.6</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 6.....	IV-15
<b>Tabel 4.7</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 10.....	IV-16
<b>Tabel 4.8</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 11.....	IV-17
<b>Tabel 4.9</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 12.....	IV-18
<b>Tabel 4.10</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 13 .....	IV-19
<b>Tabel 4.11</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 14 .....	IV-19
<b>Tabel 4.12</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 15 .....	IV-20
<b>Tabel 4.13</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 16 .....	IV-21
<b>Tabel 4.14</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 17 .....	IV-22
<b>Tabel 4.15</b> Perhitungan Beban Yang Dibebeani Pada Member 18 .....	IV-23
<b>Tabel 4.16</b> Analisa Displacement Joint MEH .....	IV-72
<b>Tabel 4.17</b> Analisa Gaya Aksial MEH.....	IV-73
<b>Tabel 4.18</b> Analisa Reaksi Perletakan MEH.....	IV-73
<b>Tabel 4.19</b> Analisa Displacement Joind SAP 2000.....	IV-74
<b>Tabel 4.20</b> Analisa Gaya Aksial SAP 2000 .....	IV-75
<b>Tabel 4.21</b> Analisa Reaksi Perletakan SAP 2000.....	IV-76
<b>Tabel 4.22</b> Perbandingan Nilai Displacement Joint.....	IV-77
<b>Tabel 4.23</b> Perbandingan Nilai Gaya Aksial .....	IV-78
<b>Tabel 4.24</b> Perbandingan Nilai Reaksi Perletakan .....	IV-78
<b>Tabel 5.1</b> Hasil Analisis Metode Elemen Hingga .....	V-1
<b>Tabel 5.2</b> Hasil Analisis SAP 2000.....	V-2
<b>Tabel 5.3</b> Hasil Perbandingan.....	V-3

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> grafik tegangan dan regangan.....	II-2
<b>Gambar 2.2</b> Actual truss .....	II-4
<b>Gambar 2.3</b> Model Analitik Menunjukkan System Koordinat Global Dan Lokal .....	II-5
<b>Gambar 2.4</b> Displacement joint portal 2D .....	II-9
<b>Gambar 2.5</b> Dof Dan Restrained Coordinates Portal 2D.....	II-10
<b>Gambar 2.6</b> Frame .....	II-11
<b>Gambar 2.7</b> Gaya dan Displacement Ujung Member, Portal 2D dalam Koordinat Lokal... II-11	
<b>Gambar 2.8</b> Koefisien Stiffnes Member Portal 2D dalam Koordinat Lokal.....	II-13
<b>Gambar 2.9</b> Gaya Badan Member pada Portal 2D .....	II-16
<b>Gambar 2.10</b> Axial Fixed End Forces.....	II-17
<b>Gambar 2.11</b> Gaya dan Displacement Ujung Portal 2D pada Koordinat Lokal dan Global .....	II-19
<b>Gambar 2.0.12</b> Koefisien stiffnes member portal 2D dalam koordinat global .....	II-24
<b>Gambar 2.13</b> displacement ujung dan deformasi aksial pada kolom.....	II-25
<b>Gambar 2.14</b> Fixed End Forces Portal 2D Pada Sumbu Global.....	II-27
<b>Gambar 2.15</b> Free Body Portal 2D dalam Koordinat Global.....	II-28
<b>Gambar 2.16</b> Vector Fied end forces dan beban join equivalent.....	II-32
<b>Gambar 2.17</b> Tampilan sap 2000.....	II-37
<b>Gambar 2.18</b> Tampilan Model Strukter SAP 2000 .....	II-37
<b>Gambar 2.19</b> Tampilan 2D Frames.....	II-38
<b>Gambar 2.20</b> Tampilan Model Gedung SAP 2000 .....	II-38
<b>Gambar 2.21</b> Material Property Data.....	II-39
<b>Gambar 2.22</b> Model Penampang .....	II-40
<b>Gambar 2.23</b> Tampilan Define Prodil SAP 2000.....	II-40
<b>Gambar 2.24</b> Tampilan Define – Load Pattern SAP 2000.....	II-41
<b>Gambar 2.25</b> Tampilan Assign Joint Forcess SAP 2000.....	II-42
<b>Gambar 2.26</b> Tampilan Define Loads Combination SAP 2000 .....	II-43
<b>Gambar 2.27</b> Tampilan Loads Combination Data.....	II-44
<b>Gambar 3.1</b> Denah Portal Gedung .....	III-2
<b>Gambar 3.2</b> Portal melintang .....	III-4

<b>Gambar 3.3</b> Portal memanjang.....	III-4
<b>Gambar 3.4</b> Diagram Alir Utama Penelitian .....	III-5
<b>Gambar 3.5</b> Diagram alir metode elemen hingga.....	III-8
<b>Gambar 4.1</b> Denah Portal Gedung .....	IV-1
<b>Gambar 4.2</b> Model Analisa Portal 2D Frame 2 A – E.....	IV-2
<b>Gambar 4.3</b> Member 1 .....	IV-3
<b>Gambar 4.4</b> Model Struktuk Portal 2D Frame 2A-E .....	IV-67
<b>Gambar 4.5</b> Model Struktuk Portal 2D Frame C1-3 .....	IV-67
<b>Gambar 4.6</b> Beban yang bekerja pada Frame 2 A -E.....	IV-68
<b>Gambar 4.7</b> Beban yang bekerja pada Frame C 1 -3.....	IV-68
<b>Gambar 4.8</b> Displacement Joint Portal 2D Frame 2 A - E.....	IV-69
<b>Gambar 4.9</b> Displacement Joind Portal 2D Frame 2 A - E.....	IV-69
<b>Gambar 4.10</b> Gaya Aksial Portal 2D Frame 2 A - E.....	IV-70
<b>Gambar 4.11</b> Gaya Aksial Portal 2D Frame C 1 - 3.....	IV-70
<b>Gambar 4.12</b> Perletakan Portal 2D Frame 2 A - E .....	IV-71
<b>Gambar 4.13</b> Reaksi Perletakan Portal 2D Frame C 1 - 3.....	IV-71