

TUGAS AKHIR

NOMOR: (1508/WM/FT.S/SKR)

**PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK
ANALISA PORTAL DUA DIMENSI**



DISUSUN OLEH :

IGIDRO SAMPAIO SOARES SERRA

NOMOR REGISTRASI:

211 16 047

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2022**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK
ANALISA PORTAL DUA DIMENSI

DISUSUN OLEH :

IGIDRO SAMPAIO SOARES SERRA

NOMOR REGISTRASI :

211 16 047

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I

CHRISTIANI CHANDRA MANUBULU, ST., M.Eng
NIDN : 081 906 910 2

PEMBIMBING II

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

DISETUJUI OLEH:

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

DR. DON CASPAR N. DA COSTA ST..MT
NIDN : 082 003 680 1

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

PATRICIUS BATARIUS, ST., MT
NIDN : 081 503 780 1

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK
ANALISA PORTAL DUA DIMENSI

DISUSUN OLEH :

IGIDRO SAMPAIO SOARES SERRA

NOMOR REGISTRASI :

211 16 047

DIPERIKSA OLEH:

PENGUJI I



SRI SANTI SERAN, ST., M.Si
NIDN : 081 511 830 3

PENGUJI II



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

PENGUJI III



CHRISTIANI CHANDRA MANUBULU, ST., M.Eng
NIDN : 081 906 910 2

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut :

Nama : Igidro Sampaio Soares Serra
Nomor Registrasi : 211 16 047
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "PENGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK ANALISA PORTAL DUA DIMENSI"

Adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya dan jika ada tuntutan formal dan non formal dari pihak yang berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Widya Mandira.

Dinyatakan : di Kupang

Tanggal : 14 September 2022


METERAL TEMPEL
212AJX977840596
Igidro Sampaio Soares Serra

ABSTRAK

Analisa Struktur dalam arti kata, menghitung gaya-gaya dalam yang timbul dalam elemen-elemen struktur sebagai akibat kerjanya gaya luar pada struktur dan sekaligus menghitung besarnya tegangan yang terjadi pada penampang-penampang elemen. Untuk menganalisa struktur terdapat dua cara analisa, analisa struktur 2D dan analisa struktur 3D. Sistem portal 2D tersebut merupakan gabungan dari elemen rangka dan elemen balok, dengan demikian system portal didesain untuk menerima gaya normal, gaya lintang dan gaya momen. Dalam bidang teknik sipil, perhitungan gaya-gaya yang bekerja pada struktur portal 2D dapat dilakukan dengan berbagai cara. Salah satu cara untuk perhitungan perpindahan (*displacement*) yang terjadi akibat gaya-gaya yang bekerja pada struktur dengan gaya dalam dan reaksi perletakan yaitu dengan menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH). Metode Elemen Hingga (MEH) adalah prosedur numerial untuk menganalisis struktur, inti dari MEH adalah membagi suatu benda yang akan dianalisa, menjadi beberapa bagian dengan jumlah hingga (*finite*). Bagian-bagian ini disebut elemen yang tiap elemen-elemennya dihubungkan dengan nodal (*node*), kemudian digabungkan dengan persamaan matematika yang menjadi representasi benda tersebut. Tujuan dari peneliti untuk mengetahui berapa besar presentasi perbandingan perbandingan nilai *displacement joint*, gaya aksial dan reaksi perletakan pada struktur portal dua dimensi antara hasil analisis perhitungan metode elemen hingga dengan hasil analisa perangkat lunak SAP. Besarnya nilai presentase perbandingan *displacement joint*, gaya aksial, dan reaksi perletakan antara analisa Metode Elemen Hingga dan Analisa Perangkat Lunak SAP 2000, menunjukkan relevansi antara kedua hasil analisis dimana nilainya dibawa 5%.

Kata kunci: Analisa Struktur 1, Portal 2D 2, Metode Elemen Hingga 3, Gaya Dalam 4, Reaksi Perletakan 5.

ABSTRACT

Structure Analysis in the sense of the word, calculates the inner forces arising in the elements of the structure as a result of the work of the outer force on the structure and at the same time calculates the magnitude of the stress that occurs in the cross section of the element. To analyze the structure, there are two ways of analysis, 2D structure analysis and 3D structure analysis. The 2D portal system is a combination of frame elements and beam elements, thus the portal system is designed to accept normal force, latitude force and moment force. In the field of civil engineering, the calculation of the forces acting on the structure of the 2D portal can be carried out in different ways. One way to calculate the displacement that occurs due to forces acting on structures with inner forces and placement reactions is to use the Finite Element Method (FEM). The Finite Element Method (FEM) is a numerical procedure for analyzing structures, the essence of FEM is to divide an object to be analyzed, into several parts with finite quantities. These parts are called elements in which each of the elements is connected with a node, then combined with a mathematical equation that represents the object. The purpose of the researcher is to find out how big the presentation of the comparison of displacement joint values, axial forces and placement reactions on the two-dimensional portal structure between the results of the analysis of element method calculations to the results of SAP software analysis. The magnitude of the percentage value of the displacement joint comparison, axial force, and the placing reaction between the Finite Element Method analysis and the SAP 2000 Software Analysis, shows the relevance between the two analysis results where the value is carried 5%.

Keywords: *Structure Analysis 1, Portal 2D 2, Finite Element Method 3, Axial Forces 4, Reactions 5.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan tuntunan-Nya Tugas Akhir Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas Akhir Tugas Akhir ini dikerjakan sebagai kewajiban mahasiswa/i Program Studi Teknik Sipil untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Penyusunan Tugas Akhir Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Menyadari akan hal tersebut maka dihaturkan terima kasih kepada :

1. Bapak Patrisius Batarius, ST.,MT selaku Dekan pada Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST.,MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Ibu Christiani Chandra Manubulu, ST.,M.Eng dan Stephanus Ola Demon, ST., MT selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan banyak waktunya untuk membimbing dan mengarahkan.
4. Bruder Sebastianus B. Henong, SVD ST., MT Selaku Dosen Pembimbing Akademik mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2016 yang telah memberikan banyak bimbingan dan nasehat.
5. Bapak/Ibu Dosen Universitas Katolik Widya Mandira Kupang khususnya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik yang telah memberikan bimbingan.
6. Orang tua, saudara/i dan keluarga besar yang telah memberikan Doa serta dukungan dalam penulisan laporan ini.
7. Teman-teman seperjuangan dan para senior Teknik Sipil Universitas Katolik Widya Mandira Kupang yang selalu memberikan semangat dan telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dengan caranya masing-masing, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata, bahwa dalam Penulisan Tugas Akhir Tugas Akhir ini masih ada kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk penyempurnaan laporan ini.

Kupang, Agustus 2022

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
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 Perbandingan Dengan Peneliti Terdahulu	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Prinsip Dasar Perhitungan Gaya Dalam	II-1
2.2 Koordinat Global dan Local.....	II-2
2.3 Metode Elemen Hingga Untuk Analisa Portal Dua Dimensi	II-4
2.3.1 Derajat Kebebasan	II-6
2.3.2 Hubungan Kekakuan Member Dalam <i>System Coordinat Local</i>	II-8
2.3.3 Member Local <i>Fixed end forces</i> Vector Q_f	II-12
2.3.4 Transformasi Koordinat.....	II-15
2.3.5 Hubungan Kekakuan Member Pada System Koordinat Global	II-18
2.3.6 Hubungan Kekakuan Struktur Untuk Portal 2D	II-23
2.3.7 <i>Vector fixed end forces</i> dan beban join equivalent	II-26
2.3.8 Perakitan Matriks Kekakuan Serta <i>Vector Joint Forces</i> Menggunakan Nomor Kode	II-27
2.4 Dasar Perencanaan.....	II-28
2.4.1 Jenis Pembebanan	II-29
2.4.2 Sistem Kerjanya Beban	II-30
2.4.3 Provisi Keamanan	II-30
2.5 Perangkat Lunak SAP 2000.....	II-33
BAB III METODE PENELITIAN	
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-5
3.3.3	Diagram Alir Metode Elemen Hingga.....	III-8
3.3.4	Penjelasan Diagram Alir Metode Elemen Hingga.....	III-9
3.3.5	Diagram Alir Perangkat Lunak SAP 2000.....	III-11
3.3.6	Penjelasan Diagram Alir Perangkat Lunak SAP 2000.....	III-12
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengambilan Data.....	IV-1
4.1.1	Kronologis Pengambilan Data.....	IV-1
4.1.2	Data.....	IV-1
4.2	Analisis.....	IV-4
4.2.1	Analisa Metode Elemen Hingga (MEH) Untuk Portal 2D.....	IV-4
4.2.2	Analisa SAP 2000 (Structure Analysis Program).....	IV-42
4.3	Pembahasan.....	IV-47
4.3.1	Hasil Analisa Metode Elemen Hingga.....	IV-47
4.3.2	Hasil Analisa SAP 2000.....	IV-48
4.3.3	Perbandingan Hasil Analisa MEH dengan SAP 2000.....	IV-50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan.....	V-1
5.2	Saran.....	V-3
DAFTAR PUSTAKA.....		1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Denah (<i>XY Plane</i>)	I-3
Gambar 2. 1 Keseimbangan pada Struktur Dua Dimensi.....	II-1
Gambar 2. 2 Kondisi Batas Balok Dua Perletakan	II-2
Gambar 2. 3 System Koordinat Global dan Local	II-3
Gambar 2. 4 DOF (Degree Of Freedom).....	II-6
Gambar 2. 5 Dof dan Struktur Coordinate Number pada Portal 2D.....	II-8
Gambar 2. 6 Frame	II-8
Gambar 2. 7 Gaya Displacement Ujung Member, Portal 2D dalam Koordinat Local	II-8
Gambar 2. 8 Koefisien Stiffnes Member Portal 2D dalam Koordinat Lokal.....	II-9
Gambar 2. 9 Gaya Badan Member Pada Portal 2D	II-12
Gambar 2. 10 Axial <i>Fixed end forces</i>	II-13
Gambar 2. 11 Gaya Dan Displacement Ujung Portal 2D dalam Koordinat Lokal dan Global	II-15
Gambar 2. 12 Koefisien Stiffnes Member Portal 2D dalam Koordinat Global	II-19
Gambar 2. 13 Displacement Ujung dan Deformasi Aksial Pada Kolom 1.....	II-20
Gambar 2. 14 <i>Fixed End Forces</i> Portal 2D Pada Sumbu Global.....	II-22
Gambar 2. 15 Free Body Portal 2D dalam Koordinat Global.....	II-24
Gambar 2. 16 Vector Fied end Forces dan Beban Join Equivalent	II-27
Gambar 2. 17 Tampilan Satuan SAP 2000	II-33
Gambar 2. 18 Tampilan Model Strukter SAP 2000	II-34
Gambar 2. 19 Tampilan 2D Frames.....	II-34
Gambar 2. 20 Tampilan Model Gedung SAP 2000	II-35
Gambar 2. 21 Material Property Data	II-36
Gambar 2. 22 Tampilan Frame Properties	II-36
Gambar 2. 23 Tampilan Define Profil SAP 2000	II-37
Gambar 2. 24 Tampilan Define – Load Pattern SAP 2000	II-37
Gambar 2. 25 Tampilan Assign Joint Forcess SAP 2000.....	II-38
Gambar 2. 26 Tampilan Define Loads Combination SAP 2000.....	II-39
Gambar 2. 27 Tampilan Loads Combination Data	II-39
Gambar 3. 1 Denah (<i>XY Plane</i>)	III-2
Gambar 3. 2 Portal (<i>YZ Plane</i>).....	III-2

Gambar 3. 3 Portal (XZ Plane).....	III-3
Gambar 3. 4 Profil I-Wide Flange.....	III-3
Gambar 3. 5 Diagram Alir Utama Penelitian	III-5
Gambar 3. 6 Diagram Alir Metode Elemen Hingga	III-8
Gambar 3. 7 Diagram Alir Perangkat Lunak SAP 2000.....	III-11
Gambar 4. 1 Distribusi Beban Pelat Lantai	IV-3
Gambar 4. 2 Distribusi Beban Pelat Lantai	IV-4
Gambar 4. 3 Model Analisa Portal 2D Frame A 1 – 4.....	IV-5
Gambar 4. 4 Member 1.....	IV-7
Gambar 4. 5 Model Stuktur Portal 2D Frame A 1 – 4.....	IV-42
Gambar 4. 6 Beban Beban Yang Bekerja Pada Frame A 1 – 4.....	IV-43
Gambar 4. 7 Displacement Joind Portal 2D Frame A 1 - 4.....	IV-43
Gambar 4. 8 Gaya Aksial Pada Portal 2D Frame A 1 – 4.....	IV-45
Gambar 4. 9 Reaksi Perletakan Pada Portal 2D Frame A 1 - 4.....	IV-46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Reduksi Kekuatan (ϕ)	II-31
Tabel 2. 2 Sifat Mekanis Baja Struktural	II-31
Tabel 4. 1 Rekapitan Perhitungan Pendistribusian Beban Lantai Atas.....	IV-3
Tabel 4. 2 Rekapitan Perhitungan Beban Lantai.....	IV-4
Tabel 4. 3 Rekapitan Koordinat X Dan Y	IV-6
Tabel 4. 4 Data Pada Member 1	IV-6
Tabel 4. 5 Hitungan Panjang Dan Arah Kosinus Member 1	IV-7
Tabel 4. 6 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 1	IV-15
Tabel 4. 7 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 4	IV-16
Tabel 4. 8 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 5	IV-17
Tabel 4. 9 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 8	IV-18
Tabel 4. 10 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 9	IV-18
Tabel 4. 11 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 10	IV-19
Tabel 4. 12 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 11	IV-20
Tabel 4. 13 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member12	IV-20
Tabel 4. 14 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 13	IV-21
Tabel 4. 15 Perhitungan Beban Yang Dibebani Pada Member 14	IV-22
Tabel 4. 16 Analisa Displacement Joind SAP 2000	IV-44
Tabel 4. 17 Analisa Gaya Aksial SAP 2000	IV-45
Tabel 4. 18 Analisa Reaksi Perletakan SAP 2000.....	IV-46
Tabel 4. 19 Displacement Joint Hasil Analisa MEH.....	IV-47
Tabel 4. 20 Gaya Aksial Hasil Analisa MEH.....	IV-48
Tabel 4. 21 Reaksi Perletakan Hasil Analisa MEH.....	IV-48
Tabel 4. 22 Hasil Analisa Displacement Joint SAP 2000.....	IV-49
Tabel 4. 23 Hasil Analisa Gaya Aksial SAP 2000.....	IV-49
Tabel 4. 24 Hasil Analisa Reaksi Perletakan SAP 2000.....	IV-50
Tabel 4. 25 Perbandingan Hasil Analisis Displacement Joint.....	IV-51
Tabel 4. 26 Perbandingan Hasil Analisis Gaya Aksial	IV-51
Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Analisis Raksi Perletakan	IV-52
Tabel 5. 1 Hasil Analisis Metode Elemen Hingga.....	V-1

Tabel 5. 2 Hasil Analisis SAP 2000.....	V-2
Tabel 5. 3 Hasil Perbandingan.....	V-3

