

# **TUGAS AKHIR**

NOMOR : 1334/2020/W.M/F.TS/2020

## **APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA STRUKTUR RANGKA BATANG ATAP HOWE BOTTOM CHORD**



**DISUSUN OLEH:  
ELYSABETH TATI SASI**

**NOMOR REGISTRASI:  
211 16 049**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS  
TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA  
K U P A N G  
2020**

LEMBARAN PENGESAHAN

**TUGAS AKHIR**

APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA  
STRUKTUR RANGKA BATANG ATAP *HOWE*  
*BOTTOM CHORD*

DISUSUN OLEH :

**ELYSABETH TATI SASI**

NOMOR REGISTRASI :

**211 16 049**

DIPERIKSA OLEH :

PEMBIMBING 1

Christiani C. Manubulu, ST., M.Eng  
NIDN: 0819069102

PEMBIMBING 2

Mauritius Ildo R. Naikofi, ST., MT  
NIDN: 0822098803

DISETUJUI OLEH :

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

Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT  
NIDN : 0820036801

DISAHKAN OLEH :

DEKAN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG

Patrisius Batarius, ST., MT  
NIDN : 0815037801

LEMBARAN PENGESAHAN

# TUGAS AKHIR

APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA  
STRUKTUR RANGKA BATANG ATAP *HOWE*  
*BOTTOM CHORD*

DISUSUN OLEH :

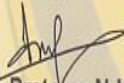
ELYSABETH TATI SASI

NOMOR REGISTRASI :

211 16 049

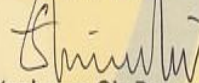
DIPERIKSA OLEH :

PENGUJI 1



Frederikus Pratama Ndouk, ST., MT  
NIDN: 0826079002

PENGUJI 2



Stephanus Ola Demon, ST., MT  
NIDN: 0809097401

PENGUJI 3



Christiani Chandra Manubulu, ST., M.Eng  
NIDN: 0819069102

LEMBARAN PENGESAHAN

# TUGAS AKHIR

APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA  
STRUKTUR RANGKA BATANG ATAP *HOWE*  
*BOTTOM CHORD*

DISUSUN OLEH :

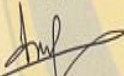
**ELYSABETH TATI SASI**

NOMOR REGISTRASI :

211 16 049


DIPERIKSA OLEH :

PENGUJI 1



Frederikus Pratama Ndouk, ST., MT  
NIDN: 0826079002

PENGUJI 2



Stephanus Ola Demon, ST., MT  
NIDN: 0809097401

PENGUJI 3



Christiani Chandra Manubulu, ST., M.Eng  
NIDN: 0819069102

## PERNYATAAN KEASLIAN

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

Nama : Elysabeth Tati Sasi

Nomor Induk Mahasiswa : 211 16 049

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

Menyatakan bahwa, Skripsi dengan judul "Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Struktur Rangka Batang Atap Howe Bottom Chord"

Adalah benar-benar karya saya sendiri dibawah 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 nonformal dari pihak lain 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 : 9 Februari 2021



Atas Nama

ElysabethTati Sasi

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas rahmat penyertaan, bimbingan, sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“Aplikasi Metode Elemen Hingga Pada Struktur Rangka Batang Atap *Howe Bottom Chord*”**. Disusun sebagai suatu wujud nyata untuk memenuhi impian yang mana menjadi kewajiban yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana.

Selama penyusunan dan penulisan tugas akhir ini penulis tak lepas dari pihak lain yang telah membantu baik dari segi bimbingan, arahan, dorongan, serta saran dan kritik yang sifatnya membangun. Pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah memberi dukungan dan motivasi demi selesainya penulisan laporan Tugas Akhir ini.

1. Ibu Christiani Chandra Manubulu, ST., M.Eng selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Pembimbing Utama, yang telah memberikan arahan, bimbingan dan sumbangan pikiran.
2. Mauritius Ildo Rivendi Naikofi, ST., MT selaku Dosen bimbingan II Tugas Akhir
3. Seluruh Dosen dan Karyawan pada Jurusan Teknik Sipil yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu pada Jurusan Teknik
4. Bapak dan Mama, serta saudara - saudari dalam keluarga yang tak henti – hentinya mendoakan, memberikan kasih sayang yang tulus, dan semangat dalam penyelesaian laporan ini
5. Teman-teman seperjuangan “Teknik sipil angkatan 2015, 2016” dan seluruh civitas akademika Fakultas Teknik Unwira yang telah banyak memberikan dukungan dan masukannya masing-masing kepada penulis.
6. Dan Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat sebutkan satu persatu.

Penulis sadar bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini. Penyusun

berharap Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi penyusunan khususnya dan pihak  
- pihak yang membutuhkan data dalam merencanakan kinerja jalan.

Kupang, 2020

- Penulis -

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>I-1</b>
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-2
1.4 Batasan Masalah .....	I-2
1.5 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu .....	I-3
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II-1</b>
2.1 Prinsip Dasar Perhitungan Gaya Dalam .....	II-1
2.2 Koordinat Global dan Lokal .....	II-3
2.3 Metode Elemen Hingga untuk Analisa Rangka Batang .....	II-4
2.3.1 Derajat Kebebasan .....	II-7
2.3.2 <i>Joint Load Vector</i> .....	II-9
2.3.3 <i>Reaction Vector</i> .....	II-9
2.3.4 Hubungan Kekakuan Elemen dalam Sistem Koordinat Lokal.....	II-10
2.3.5 Transformasi Koordinat .....	II-15
2.3.6 Hubungan Kekakuan Member dalam Sistem Koordinat Global .....	II-17
2.3.7 Hubungan Kekakuan Struktur .....	II-18
2.3.8 Perakitan Matriks Kekakuan Struktur Menggunakan Nomor Kode ..	II-24
2.4 Dasar Perencanaan .....	II-27
2.4.1 Jenis Pembebanan .....	II-27



2.4.2 Sistem Kerja Beban .....	II-29
2.4.3 Provisi Keamanan .....	II-30
2.4.4 Perencanaan Atap .....	II-31
2.5 Aplikasi SAP .....	II-31
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>III-1</b>
3.1 Umum .....	III-1
3.2 Pengumpulan Data .....	III-1
3.3 Diagram Penelitian .....	III-4
3.3.1 Penjelasan Diagram Alir Utama Penelitian .....	III-5
3.3.2 Penjelasan Diagram Alir Metode Elemen Hingga .....	III-10
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>IV-1</b>
4.1 Pengumpulan Data .....	IV-1
4.1.1 Pemilihan jenis rangka .....	IV-1
4.1.2 Panjang batang kuda-kuda utama .....	IV-1
4.2 Perhitungan Pembebanan .....	IV-3
4.2.1 Data Perencanaan .....	IV-3
4.2.2 Analisa Pembebanan .....	IV-3
4.3 Analisa Mekanika Metode Elemen Hingga (M.E.H) .....	IV-16
4.3.1 Model Analisa Rangka Batang .....	IV-16
4.3.2 Menentukan Koordinat Global X dan Y.....	IV-17
4.3.3 Menyusun Matriks Kekakuan Member.....	IV-18
4.3.4 Menyusun Matriks Struktur.....	IV-40
4.3.5 Menghitung <i>Displacement</i> Joint.....	IV-42
4.3.6 Menghitung <i>Displacement</i> dan Gaya Ujung Member.....	IV-54
4.3.7 Reaksi Perletakan Tumpuan.....	IV-221
4.3.7.1 Reaksi Perletakan Beban Mati.....	IV-221
4.3.7.2 Reaksi Perletakan Beban Hidup .....	IV-221

4.3.7.3 Reaksi Perletakan Beban Angin kiri .....	IV-221
4.3.7.4 Reaksi Perletakan Beban Angin kanan.....	IV-222
4.4 Analisa Mekanika Software Sap 2000 .....	IV-222
4.4.1 Model Struktur Atap .....	IV-222
4.4.2 Input Beban pada Struktur .....	IV-223
4.4.3 Output Analisa <i>Displacement</i> Joint .....	IV-224
4.4.4 Output Analisa Gaya Aksial.....	IV-227
4.4.5 Output Analisa Reaksi Perletakan .....	IV-230
4.5 Relevansi Hasil Perhitungan .....	IV-232
4.5.1 Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Joint .....	IV-232
4.5.2 Perbandingan Nilai Gaya Aksial .....	IV-233
4.5.3 Kombinasi Beban Hasil Perhitungan Gaya Batang .....	IV-236
4.6 Perencanaan Profil dan Dimensi Batang Kuda-Kuda .....	IV-238
4.6.1 Perhitungan Profil Batang Kuda-Kuda .....	IV-238
4.6.2 Perhitungan Alat Sambung .....	IV-242
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-6

## **DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR TABEL

Faktor Reduksi Kekuatan .....	II-35
Tabel Sifat Mekanis Baja Struktural .....	II-36
Rekapitulasi Panjang Batang Kuda-Kuda .....	IV-2
Rekapitulasi Beban Mati .....	IV-7
Rekapitulasi Beban Hidup.....	IV-9
Rekapitulasi Beban Angin.....	IV-16
Rekapan Koordinat X dan Y .....	IV-17
Analisa <i>Displacement</i> Joint pada SAP 2000 .....	IV-226
Analisa Gaya Aksial pada SAP 2000 .....	IV-230
Analisa Reaksi Perletakan pada SAP 2000 .....	IV-232
Perbandingan Nilai <i>Displacement</i> Joint.....	IV-233
Perbandingan Nilai Gaya Aksial .....	IV-234
Perbandingan Reaksi Perletakan .....	IV-235
Kombinasi Koordinat X dan Y .....	IV-237
Rekapitulasi Perencanaan Profil Kuda-Kuda Utama .....	IV-248

## DAFTAR GAMBAR

Keseimbangan pada Struktur Dua Dimensi .....	II-1
Kondisi Batas Balok Dua Perletakan .....	II-2
Sistem Koordinat Global .....	II-3
Sistem Koordinat Lokal .....	II-4
<i>Displacement</i> Rangka 2D .....	II-7
DOF dan <i>Restrained Coordinates</i> Rangka 2D .....	II-8
<i>Displacement</i> dan Koefisien <i>Stiffness</i> Batang Aksial .....	II-10
Gaya dan <i>Displacement</i> Batang Aksial pada Koordinat Lokal dan Global ....	II-15
Gaya Ujung Member pada Koordinat Global .....	II-19
<i>Stiffness Coefisient</i> Kolom Pertama pada Koordinat Global .....	II-22
<i>Stiffness Coefisient</i> Kolom Kedua pada Koordinat Global .....	II-23
Gaya dan <i>Displacement</i> Ujung pada Koordinat Global .....	II-24
Tampilan Satuan SAP 2000 .....	II-31
Tampilan Model Struktur SAP 2000 .....	II-32
Tampilan 2D <i>Truses</i> .....	II-32
Tampilan <i>Model Atap</i> SAP 2000 .....	II-32
Model Penampang .....	II-34
Tampilan <i>Define</i> Profil SAP 2000 .....	II-34
Tampilan <i>Define Load Pattern</i> SAP 2000 .....	II-35
Tampilan <i>Assing Joint Forcess</i> SAP 2000 .....	II-35
Tampilan <i>Define Loads Combinations</i> SAP 2000 .....	II-36

Tampilan <i>Loads Combinations</i> Data .....	II-36
Gambar Perencanaan Atap .....	III-2
Panjang Batang Kuda-Kuda (Kk).....	III-4
Diagram Alir Utama Penelitian .....	III-5
Diagram Alir Metode Elemen Hingga .....	III-8
Kuda-Kuda Utama.....	IV-1
Potongan Melintang Kuda-Kuda Utama.....	IV-1
Pembebanan Akibat Beban Mati .....	IV-3
Pembebanan Akibat Beban Hidup .....	IV-7
Pembebanan Akibat Beban Angin Kiri .....	IV-9
Pembebanan Akibat Beban Angin Kanan .....	IV-13
Model Analisa Rangka Batang Kuda-Kuda Utama .....	IV-16
Penempatan Dof .....	IV-17
Model Struktur Atap Pada SAP 2000 .....	IV-222
Beban Mati Pada SAP 2000 .....	IV-223
Beban Hidup Pada SAP 2000 .....	IV-223
Beban Angin Kiri Pada SAP 2000 .....	IV-224
Beban Angin Kanan Pada SAP 2000 .....	IV-224
Analisa Displacement Joint Beban Mati Pada SAP 2000 .....	IV-225
Analisa Displacement Joint Beban Hidup Pada SAP 2000 .....	IV-225
Analisa Displacement Joint Beban Angin Kiri Pada SAP 2000 .....	IV-226
Analisa Displacement Joint Beban Angin Kanan Pada SAP 2000 .....	IV-226
Analisa Gaya Aksial Beban Mati Pada SAP 2000 .....	IV-228

Analisa Gaya Aksial Beban Hidup Pada SAP 2000.....	IV-228
Analisa Gaya Aksial Beban Angin Kiri Pada SAP 2000.....	IV-229
Analisa Gaya Aksial Beban Angin Kanan Pada SAP 2000 .....	IV-229
Reaksi Perletakan Beban Mati Pada SAP 2000 .....	IV-230
Reaksi Perletakan Beban Hidup Pada SAP 2000.....	IV-231
Reaksi Perletakan Beban Angin Kiri Pada SAP 2000.....	IV-231
Reaksi Perletakan Beban Angin Kanan Pada SAP 2000 .....	IV-232

## **ABSTRAK**

### **APLIKASI METODE ELEMEN HINGGA PADA STRUKTUR RANGKA BATANG *HOWE BOTTOM CHORD***

**Elysaabeth Tati Sasi<sup>(1)</sup>, Christiani C. Manubulu, ST., M.Eng<sup>(2)</sup>**

Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNWIRA Kupang, Jl.  
San Juan, Penfui

Email : [lyssasi729@gmail.com](mailto:lyssasi729@gmail.com)

M.E.H ini sampai sekarang tidak akan digunakan dalam perhitungan praktis, karena akan memerlukan waktu yang cukup lama dan keakuratan yang kurang baik. Kemudian setelah dikembangkan komputer maka metode ini menjadi maju menyelesaikan berbagai permasalahan yang ada di dalam perhitungan analisa struktur. Sadar akan selama ini, penggunaan software SAP yang langsung mendapat hasilnya penulis tertarik mempelajari M.E.H serta tahapan – tahapannya, dengan melakukan penelitian yang berjudul aplikasi metode elemen hingga pada struktur rangka batang atap *Howe Bottom Chord*.

Adapun tujuan permasalahan dari penyusunan penelitian ini adalah sebagai berikut ; Untuk mengetahui besar nilai *displacement joint*, gaya aksial, reaksi perletakan akibat pembebanan berdasarkan perhitungan menggunakan metode elemen hingga dan SAP2000, serta Untuk mengetahui berapa besar presentasi hasil perhitungan nilai *displacement joint*, gaya aksial metode elemen hingga dengan hasil analisa software SAP.

Setelah dilakukan analisa dan pembahasan, hasil perhitungan nilai maksimum, minimum hasil analisa *displacement joint* akibat beban mati pada M.E.H yaitu mak:0,0023, min: -0,0051, dan akibat beban mati SAP 2000 yaitu mak:0,0035, min:-0,0053. Akibat beban hidup M.E.H yaitu mak:0,0029, min:-0,0065 dan akibat beban hidup SAP 2000 yaitu mak:0,0031 min:-0,0068. Akibat beban angin kiri M.E.H. yaitu mak:0,000175, min:-0,000102 dan akibat beban angin kiri SAP 2000 yaitu: mak:0,00011, min:-0,00018. Akibat beban angin kanan M.E.H yaitu mak:0,000255, min:-0,000122 dan akibat beban angin kanan SAP 2000 yaitu mak: 0,00026, min:-0,00027. Hasil perhitungan nilai maksimum dan minimum hasil analisa gaya aksial akibat beban mati M.E.H dan SAP 2000 yaitu batang tarik mak:36,72, min:1,22 dan batang tekan mak:-42,39, min:-6,33. Analisa gaya aksial akibat beban hidup yaitu beban tarik mak:47,25, min:0,00 dan batang tekan mak:-54,56, min:-7,79. Analisa gaya aksial akibat beban angin kiri yaitu beban tarik mak:1,93, min:0,00 dan batang tekan mak:1,26, min:-0,12. Analisa gaya aksial akibat beban angin kanan yaitu beban tarik mak:1,91, min:0,00 dan batang tekan mak:-3,53, min:-0,32. Hasil perhitungan nilai reaksi perletakan akibat beban mati M.E.H dan SAP 2000 yaitu sendi (horizontal) 0,00, (vertikal) 21,20, dan rol (vertikal) 21,20. Nilai reaksi perletakan akibat beban hidup M .E.H dan SAP 2000 yaitu sendi (horizontal)0,00, (vertikal) 27,28, dan rol (vertikal) 27,28. Nilai reaksi perletakan akibat angin kiri M .E.H dan SAP 2000 yaitu sendi

(horizontal)-0,90, (vertikal) 0,59, dan rol (vertikal) 0,63. . Nilai reaksi perletakan akibat angin kanan M .E.H dan SAP 2000 yaitu sendi (horizontal)1,87, (vertikal) 0,96, dan rol (vertikal) -0,10. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai perbandingan M.E.H dan SAP 2000 memenuhi persyaratan <5%.

**Kata kunci : Rangka Batang, M.E.H, SAP2000.**