

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1336/W.M/F.TS/SKR/2020

RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK PERENCANAAN RANGKA BATANG ATAP TIPE SCISSCROS



DISUSUN OLEH :

MARIANUS K.T.BHOKA

NOMOR REGISTRASI :

21116013

**JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG
2020**

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN
HINGGA UNTUK PERENCANAAN RANGKA
BATANG ATAP TIPE SCISSCROS**

DISUSUN OLEH :

MARIANUS K.T. BHOKA

NOMOR REGISTRASI :

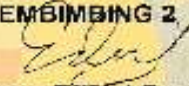
211 16 013

DIPERIKSA OLEH :

PEMBIMBING 1


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

PEMBIMBING 2


Oktovianus Edvict Semiun, ST., MT
NIDN: 0801108606

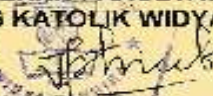
DISETUJUI OLEH :

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


Patricius Batarius, ST., MT
NIDN : 0815037801

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

RELEVANSI PENGGUNAAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK PERENCANAAN RANGKA BATANG ATAP TIPE SCISSCROS

DISUSUN OLEH :

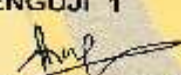
MARIANUS K. T. BHOKA

NOMOR REGISTRASI :

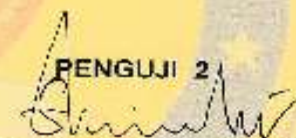
211 16 013

DIPERIKSA OLEH :

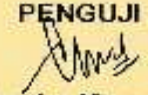
PENGUJI 1


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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Tugas Akhir ini disusun dengan judul **“Relevansi Penggunaan Metode Elemen Hingga Untuk Perencanaan Rangka Batang Atap Tipe Scisscros”**. Skripsi 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 proposal 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 skripsi ini selesai.
4. Bapak Oktovianus E. Semiun, ST., MT. sebagai dosen pembimbing 2 yang telah membimbing hingga skripsi ini selesai.
5. Bapa dan Mama, kakak dan adik serta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
6. Teman-teman angkatan sipil 2016 dan Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

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

Kupang, April 2020

Penulis

ABSTRAKSI

Dengan metode elemen hingga (M.E.H) kita dapat mengubah suatu masalah dengan jumlah derajat kebebasan tertentu sehingga proses pemecahannya akan lebih sederhana. Masalah – masalah atau problem dalam bidang engineering seperti masalah analisis gaya – gaya dalam, displacement (perpindahan), reaksi, serta tumpuan, pada struktur.

Metode ini sudah sering digunakan untuk memecahkan masalah-masalah di bidang teknik terutama pada dunia teknik sipil. Namun untuk perhitungan praktis orang-orang lebih memilih menggunakan software bantuan seperti SAP 2000 dalam analisis perhitungan.

Tulisan ini bertujuan untuk membandingkan nilai displacement joint, gaya aksial, dan reaksi perletakan pada tumpuan dari hasil perhitungan manual metode elemen hingga dengan software SAP 2000.

Jenis struktur yang ditinjau yaitu rangka batang kuda tipe *scisscross* dengan panjang bentangan 16 m dan tinggi 4,62 m, menggunakan profil baja *double* siku sama kaki dengan dimensi 60 x 60 x 6. Beban-beban yang bekerja pada struktur antara lain yaitu: beban mati, beban hidup, beban angin kiri, dan beban angin kanan.

Hasil yang didapat untuk perbandingan nilai displacement joint yaitu nilai maximum sebesar 3,98 % sedangkan untuk hasil perbandingan nilai gaya aksial dan reaksi perletakan yaitu sebesar 0 %.

DAFTAR ISI

COVER	
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAKSI.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang.....	I-1
1.2. Rumusan Masalah.	I-2
1.3. Tujuan.....	I-3
1.4. Batasan Masalah.	I-3
1.5. Perbandingan Dengan Peneliti Terdahulu.....	I-3
BAB II LANDASAN TEORI.....	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-3
2.1.3 Syarat keselarasan (<i>Boundary Conditions</i>)	II-4
2.2 Koordinat Global Dan Lokal.	II-5
2.3 Metode Elemen Hingga Untuk Analisa Rangka Batang.....	II-7
2.3.1 Matriks.	II-8
2.3.2 Derajat kebebasan.....	II-10
2.3.3 <i>Joint load vector</i>	II-12
2.3.4 <i>Reaction vector</i>	II-12
2.3.5 Hubungan kekakuan elemen dalam system koordinat lokal	II-13
2.3.6 Transformasi koordinat	II-18
2.3.7 Hubungan kekakuan member dalam system koordinat global	II-21
2.3.8 Hubungan kekakuan struktur.	II-22
2.3.9 Perakitan matriks kekakuan struktur menggunakan nomor kode.	II-29
2.4 Dasar Perencanaan.	II-31

2.4.1	Jenis Pembebanan.	II-31
2.4.2	Provisi Keamanan.	II-32
2.4.3	Perencanaan Atap.	II-34
2.5	Program SAP 2000.	II-35
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	Umum.	III-1
3.2	Pengumpulan Data.	III-1
3.3	Diagram Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>).	III-7
3.3.1	Diagram Alir Utama Penelitian.	III-7
3.3.2	Penjelasan Diagram Alir Utama.	III-8
3.3.3	Diagram Alir Metode Elemen Hingga.	III-10
3.3.4	Penjelasan Diagram Alir Metode Elemen Hingga.	III-11
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		IV-1
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-data perencanaan.	IV-3
4.2.2.	Analisa Pembebanan.	IV-4
4.3.	Analisa Mekanika Metode Elemen Hingga (M.E.H).	IV-15
4.3.1.	Model analisa rangka batang.	IV-15
4.3.2.	Menentukan Koordinat Global X Dan Y.	IV-16
4.3.3.	Menyusun Matriks Kekakuan Member dan matriks Transformasi(T).	IV-18
4.3.4.	Menyusun Matriks Kekakuan Struktur.	IV-20
4.3.5.	Menghitung <i>Displacement Joind</i>	IV-22
4.3.6.	Menghitung Displacement Dan Gaya Ujung Member.	IV-34
4.3.7.	Raksi Perletakan Tumpuan.	IV-37
4.4.	Analisa Mekanika Software SAP 2000.	IV-38
4.4.1.	Model Struktur Atap.	IV-38
4.4.2.	Input Beban Pada Struktur.	IV-39

4.4.3.	Output Analisa <i>Displacement Joind</i>	IV-41
4.4.4.	Output Analisa Gaya Aksial.	IV-44
4.4.5.	Output analisa reaksi perletakan.....	IV-47
4.5.	Relevansi Hasil Perhitungan.	IV-50
4.5.1.	Perbandingan Nilai <i>Displacement Joind</i>	IV-50
4.5.2.	Perbandingan Nilai Gaya Aksial.	IV-50
4.5.3.	Perbandingan Nilai Reaksi Perletakan.	IV-50
4.6.	Kombinasi Beban Hasil Perhitungan Gaya Batang.	IV-56
4.7.	Perencanaan Profil Dan Dimensi Batang Kuda-Kuda.....	IV-58
4.7.1.	Perhitungan Profil Batang Kuda-Kuda.....	IV-58
4.7.2.	Perhitungan Alat Sambung.	IV-63
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1.	Kesimpulan.	V-1
5.2.	Saran.	V-4
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 jenis Kondisi Tumpuan	II-4
Tabel 2.2 Faktor Reduksi Kekuatan	II-33
Tabel 2.3 Tabel Sifat Mekanis Baja Struktural.....	II-34
Tabel 4.1 Rekapitulasi Panjang Batang Kuda-Kuda.....	IV-3
Tabel 4.2 Rekapitulasi Beban Mati.....	IV-8
Tabel 4.3 Rekapitulasi Beban Hidup.....	IV-10
Tabel 4.4 Rekapitulasi Beban Angin.....	IV-14
Tabel 4.5 Reapan Koordinat X Dan Y.....	IV-17
Tabel 4.6 Analisa Displacement Joind Pada SAP 2000.....	IV-43
Tabel 4.7 Analisa Gaya Aksial Pada SAP 2000.....	IV-46
Tabel 4.8 Analisa Reaksi Perletakan Pada Sap 2000.....	IV-50
Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Displacement Joind.....	IV-51
Tabel 4.10 Perbandingan Nilai Gaya Aksial.....	IV-53
Tabel 4.11 Perbandingan Reaksi Perletakan.....	IV-55
Tabel 4.12 Kombinasi Beban Gaya Batang.....	IV-57
Tabel 4.13 Rekapitulasi Perencanaan Dimensi Profil Dan Baut Kuda-Kuda Utama.....	IV-69
Tabel 5.1 Hasil Analisa Displacement Joind (M.E.H).....	V-1
Tabel 5.2 Hasil Analisa Gaya Aksial (M.E.H).....	V-2
Tabel 5.3 Hasil Analisa Reaksi Perletakan (M.E.H).....	V-2
Tabel 5.4 Hasil Analisa Displacement Joind (SAP 2000).....	V-3
Tabel 5.5 Hasil Analisa Gaya Aksial (SAP 2000)	V-3
Tabel 5.6 Hasil Analisa Reaksi Perletakan (SAP 2000).....	V-3
Tabel 5.7 Tabel Hasil Perbandingan.....	V-4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gaya Dan Momen Pada Tiga Sumbu	II-2
Gambar 2.2 Grafik Tegangan Dan Regangan.	II-3
Gambar 2.3 Elemen Rangka Batang 2D	II-5
Gambar 2.4 Struktur Rangka Batang Bidang	II-6
Gambar 2.5 Cosinus Arah.....	II-7
Gambar 2.6 Displacement Rangka 2D	II-10
Gambar 2.7 Dof Dan Restrained Coordinates Rangka 2D	II-12
Gambar 2.8 Displacement Dan Koefisien Stiffness Batang Aksial	II-14
Gambar 2.9 Gaya Dan Displacement Batang Aksial Pada Koordinat Lokal Dan Global	II-19
Gambar 2.10 Gaya Ujung Member Pada Koordinat Global	II-23
Gambar 2.11 Stiffnes Coefisient Kolom Pertama Pada Koordinat Global	II-27
Gambar 2.12 Stiffnes Coefisient Kolom Kedua Pada Koordinat Global	II-28
Gambar 2.13 Tumpuan Sendi	II-34
Gambar 2.14 Tumpuan Rol.....	II-34
Gambar 2.15 Tampilan satuan SAP 2000	II-36
Gambar 2.16 tampilan model struktur sap 2000	II-37
Gambar 2.17 tampilan 2D Truses	II-37
Gambar 2.18 tampilan model atap sap 2000	II-38
Gambar 2.19 Model Penampang	II-39
Gambar 2.20 Tampilan Difane Profil SAP 2000	II-39
Gambar 2.21 Tampilan Define – Load Pattern SAP 2000	II-40
Gambar 2.22 Tampilan Assing Joint Forcess SAP 2000	II-40
Gambar 3.1 Denah Rencana Atap	III-2
Gambar 3.2 Kuda-Kuda Utama (KK)	III-4
Gambar 3.3 Kuda-Kuda Type 2 (KK2).....	III-5
Gambar 3.4 ½ Kuda-Kuda (1/2 KK)	III-6
Gambar 3.5 ¼ Kuda-Kuda (1/4 KK)	III-6
Gambar 3.6 Diagram Alir Utama Penelitian.....	III-7
Gambar 3.7 Diagram Alir Metode Elemen Hingga.....	III-10

Gambar 4.1 Kuda-Kuda Utama.....	IV-1
Gambar 4.2 Potongan Melintang Kuda-Kuda Utama.....	IV- 2
Gambar 4.3 Pembebanan Akibat Beban Mati.	IV- 5
Gambar 4.4 Pembebanan Akibat Beban Hidup.....	IV- 9
Gambar 4.5 Beban Angin Kiri.....	IV -11
Gambar 4.6 Beban Angin Kanan.....	IV -13
Gambar 4.7 Model Analisa Rangka Batang Kuda-Kuda Utama.	IV -16
Gambar 4.8 Gambar Penempatan Dof.....	IV -16
Gambar 4.9 arah gaya beban mati.	IV -22
Gambar 4.10 Arah Gaya Beban Hidup.....	IV -24
Gambar 4.11 Arah Gaya Beban Angin Kiri.....	IV -26
Gambar 4.12 Arah Gaya Beban Angin Kanan.....	IV -28
Gambar 4.13 Model Struktur Atap Pada Sap 2000.....	IV -39
Gambar 4.14 Beban Mati Pada SAP 2000.	IV -39
Gambar 4.15 Beban Hidup Pada SAP 2000.....	IV -40
Gambar 4.16 Beban Angin Kiri Pada SAP 2000.....	IV -40
Gambar 4.17 Beban Angin Kanan Pada SAP 2000.....	IV -41
Gambar 4.18 Analisa Displacement Joind Beban Mati Pada SAP 2000.....	IV -41
Gambar 4.19 Analisa Displacement Joind Beban Hidup Pada SAP 2000.	IV -42
Gambar 4.20 Analisa Displacement Joind Beban Angin Kiri Pada SAP 2000. ..	IV -42
Gambar 4.21 Analisa Displacement Joind Beban Angin Kanan Pada SAP 2000.	IV -42
Gambar 4.22 Analisa Gaya Aksial Beban Mati Pada SAP 2000.....	IV -44
Gambar 4.23 Analisa Gaya Aksial Beban Hidup Pada SAP 2000.	IV -45
Gambar 4.24 Analisa Gaya Aksial Beban Angin Kiri Pada SAP 2000.	IV -45
Gambar 4.25 Analisa Gaya Aksial Beban Angin Kanani Pada SAP 2000.	IV -46
Gambar 4.26 Reaksi Perletakan Beban Mati Pada SAP 2000.	IV-48
Gambar 4.27 Reaksi Perletakan Beban Hidup Pada SAP 2000.....	IV-48
Gambar 4.28 Reaksi Perletakan Beban Angin Kiri Pada SAP 2000.	IV-49
Gambar 4.29 Reaksi Perletakan Beban Angin Kanan Pada SAP 2000.	IV-49
Gambar 4.30 Penempatan Dimensi Profil Kuda-Kuda.....	IV-71