

TUGAS AKHIR

**BEBERAPA METODE PERHITUNGAN STRUKTUR  
SUATU STUDI PERBANDINGAN**

Disusun:

**DEWI TUMEWU  
NIM. 14012030**



**POLITEKNIK NEGERI MANADO  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG  
MANADO  
2018**

## DAFTAR ISI

<i>COVER</i>	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR	
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN TULISAN	
KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penulisan .....	4
1.4 Manfaat Penulisan .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Pengertian Struktur Portal .....	7
2.2 Konsep Dasar Analisis Struktur .....	7
2.2.1 Sistem Portal 2-Dimensi .....	8
2.2.2 Deformasi dan Perpindahan ( <i>Displacement</i> ) .....	8
2.2.3 Keseimbangan ( <i>Equilibrium</i> ) .....	8
2.2.4 Derajat Ketidak-tentuan Statis dan Kinematis .....	9
2.2.5 Prinsip Superposisi .....	9
2.3 Metode Putaran Sudut .....	11
2.3.1 <i>Double Integral Method</i> .....	13
2.3.2 <i>Conjugate Beam</i> .....	17

2.3.3 Penerapan Metode Putaran Sudut.....	19
2.4 Analisa Struktur Metode Matriks .....	22
2.4.1 Metode Kekakuan Langsung .....	23
2.4.2 Pengoperasian Metode Matriks .....	24
2.5 Program SAP 2000 .....	25
2.5.1 Penyesuaian Perhitungan Manual dengan Program SAP 2000.....	25
2.6 Metode Pelaksanaan Struktur .....	27
2.6.1 Persyaratan Peralatan Kerja .....	27
2.6.2 Persyaratan Bahan Bangunan .....	28
2.6.3 Persyaratan Pekerjaan Bekisting.....	30
2.6.4 Persyaratan Detail Penulangan .....	31
2.6.5 Persyaratan Pekerjaan Beton .....	34
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>38</b>
3.1 Metode Pengumpulan Data.....	38
3.1.1 Studi Lapangan .....	38
3.1.2 Studi Literatur .....	38
3.2 Metode Analisis Data .....	38
3.2.1 Metode Putaran Sudut .....	38
3.2.2 Metode Matriks.....	39
3.2.3 Program SAP2000 .....	40
<b>BAB IV DATA PERENCANAAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Data Perencanaan Portal 1 .....	47
4.2 Data Perencanaan Portal 2 .....	47
<b>BAB V ANALISIS/PEMBAHASAN.....</b>	<b>49</b>
5.1 Perhitungan Struktur Portal 1 .....	49
5.1.1 Perhitungan Metode Putaran Sudut .....	49
5.1.1.1 Menghitung Besaran Rotasi (Putaran Sudut) .....	49
5.1.1.2 Susunan Persamaan Kompatibilitas dan Persamaan Keseimbangan Struktur Portal.....	50
5.1.1.3 Perhitungan Momen Ujung Elemen Struktur Portal.....	51

5.1.2 Perhitungan Metode Matriks .....	53
5.1.2.1 Pemasukkan Data dan Pemodelan Struktur .....	53
5.1.2.2 Hasil Perhitungan.....	55
5.1.3 Hasil Perhitungan Dengan Program SAP2000 .....	57
5.1.4 Kontrol Keseimbangan Struktur Portal 1 .....	61
5.2 Perhitungan Struktur Portal 2 .....	62
5.2.1 Perhitungan Metode Putaran Sudut .....	62
5.2.1.1 Menghitung Besaran Rotasi (Putaran Sudut) .....	62
5.2.1.2 Susunan Persamaan Kompatibilitas dan Persamaan Keseimbangan Struktur Portal.....	66
5.2.1.3 Perhitungan Momen Ujung Elemen Struktur Portal.....	70
5.2.2 Perhitungan Metode Matriks .....	72
5.2.2.1 Pemasukkan Data dan Pemodelan Struktur .....	72
5.2.2.2 Hasil Perhitungan.....	75
5.2.3 Hasil Perhitungan Dengan Program SAP2000 .....	78
5.2.4 Kontrol Keseimbangan Struktur Portal 2 .....	86
5.3 Perbandingan Metode Putaran Sudut, Matriks, dan Program SAP 2000 .....	87
5.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Pada Proyek Rehabilitasi Sedang/Berat Puskesmas Paniki Bawah.....	90
5.4.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur di Lapangan.....	90
5.4.1.1 Pekerjaan Persiapan .....	90
5.4.1.2 Pekerjaan Galian .....	91
5.4.1.3 Pekerjaan Pondasi Boredpile .....	92
5.4.1.4 Pekerjaan Footplat .....	95
5.4.1.5 Pekerjaan Sloof.....	98
5.4.1.6 Pekerjaan Kolom .....	100
5.4.1.7 Pekerjaan Balok dan Pelat .....	103
5.4.1.8 Pekerjaan Dinding Geser (Shearwall) .....	106
5.4.1.9 Pekerjaan Tangga.....	108
5.4.2 Evaluasi Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur.....	111

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....	112
6.1 Kesimpulan .....	112
6.2 Saran .....	113
DAFTAR PUSTAKA .....	114
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	116

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Dalam merencanakan struktur bangunan gedung, perlu adanya analisis struktur untuk mengetahui besarnya gaya dan momen (gaya-gaya dalam) yang terjadi pada portal akibat beban-beban yang bekerja. Perhitungan struktur dapat dilakukan berdasarkan hipotesa sifat material yang pada dasarnya tergantung pada material yang membentuk struktur, karena tiap-tiap material mempunyai sifat alamiah yang tergantung dari butiran atau atom yang menyusun material tersebut, apakah baja, beton atau kayu. Ada beberapa sifat dari bahan yaitu mekanika, kimia dan termal. Dalam dunia teknik sipil, yang paling banyak dibicarakan adalah sifat mekanika dari bahan yaitu kekuatan (*strength*), kekakuan (*stiffness*), keuletan (*ductility*), dan kekerasan (*hardness*).

Ada beberapa konsep pendekatan perhitungan struktur sehubungan dengan sifat-sifat mekanika yang dapat dinyatakan melalui diagram hubungan tegangan dan regangan. Hal utama yang berhubungan dengan proses dari perencanaan struktur ialah menghitung akibat dari pembebanan gaya-gaya pada struktur yang ditinjau. Didalam ilmu Statika, konstruksi yang paling sederhana adalah konstruksi statis tertentu. Namun pada kebanyakan perencanaan teknis yang nyata, konstruksi yang dijumpai adalah struktur yang cukup kompleks. Perhitungan suatu struktur statis tertentu dapat diselesaikan cukup dengan menggunakan persyaratan keseimbangan yaitu  $\Sigma H = 0$ ,  $\Sigma V = 0$ , dan  $\Sigma M = 0$ . Untuk struktur statis tak tentu, tidak dapat diselesaikan hanya dengan memakai syarat keseimbangan, tetapi harus ditambah dengan syarat kompatibilitas dengan persamaan-persamaan geometri.

Tingkah laku dari struktur pada umumnya berhubungan erat dengan perubahan *stress* dan *strain* yang terjadi. Resultante *stress* ini bisa dalam bentuk gaya dalam yaitu momen lentur, gaya lintang, gaya normal dan momen torsi. Sedangkan *strain* bisa menyatakan deformasi yang terjadi pada struktur yaitu lendutan linear dan putaran sudut. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hal

utama dalam perhitungan struktur untuk menentukan baik itu deformasi ataupun *stress* yang terjadi pada struktur ialah sampai sejauh mana sudah diketahui karakteristik hubungan gaya dan deformasi dari elemen-elemen struktur, dan memaksakan terpenuhinya semua syarat-syarat kompatibilitas dan syarat keseimbangan. Jadi 3 hal yang mendasari perhitungan struktur (Supartono dan Boen, 1980) yaitu:

1. Keseimbangan
2. Hubungan *stress* dan *strain* atau gaya dalam dan deformasi
3. Kompatibilitas

Ada banyak cara untuk menghitung suatu struktur statis tak tentu, baik secara manual ataupun menggunakan alat bantu program, antara lain : Persamaan Putaran Sudut (PPS), *Slope Deflection*, Distribusi Momen (*Cross*), *Consistent Deformation*, Matriks, Kani, Takabeya, dan lain-lain. Perkembangan teknologi juga ikut berpengaruh dalam bidang teknik sipil, misalnya kemunculan program-program perhitungan struktur seperti program SAP2000. Hal tersebut memberikan keuntungan bagi seorang perencana, salah satunya adalah dari segi efisiensi waktu pengerjaan yang lebih cepat dibandingkan menggunakan perhitungan manual. Namun kesalahan dalam pengoperasian atau penginputan data (*human error*) bisa terjadi dalam penggunaan program, untuk itu sebelum melakukan perhitungan struktur dengan menggunakan program, seorang perencana juga harus paham perhitungan struktur secara manual. Hal tersebut dikarenakan perhitungan struktur secara manual merupakan dasar dari perhitungan program, sehingga hasil yang didapat bisa dikontrol atau dibandingkan dengan metode perhitungan manual.

Tiap cara tentunya mempunyai kelebihan ataupun kekurangannya masing-masing tergantung dari pada model struktur dan pembebanannya. Pemilihan metode mana yang baik untuk digunakan dalam menghitung suatu struktur seringkali, bahkan selalu menjadi masalah, sehingga hal ini dijadikan pokok pembahasan dalam Tugas Akhir ini. Dan karena beberapa keterbatasan, tentunya tidak semua metode akan dibahas, tapi hanya 3 metode yaitu perhitungan struktur menggunakan metode Putaran Sudut, Matriks, dan program SAP2000. Pembahasan ini mencakup teori dasar dari metode-metode tersebut disertai

contoh-contoh penggunaannya dan perbandingan dari ketiga metode ini dengan mengaplikasikannya terhadap model struktur yang sama yaitu struktur portal.

Selain perhitungan struktur, pelaksanaan pekerjaan struktur memegang peranan yang sangat penting. Setelah melalui tahap perencanaan yang kemudian dituangkan dalam bentuk gambar kerja, semuanya akan ditentukan oleh metode pelaksanaan pekerjaan yang tepat. Suatu perencanaan yang tepat tidak akan menjamin kekuatan struktur bila metode pelaksanaan struktur yang dikerjakan dilapangan tidak sesuai dengan standar-standar yang ada. Metode pelaksanaan pekerjaan struktur atas yang tidak sesuai akan memberikan resiko penurunan mutu bahkan kegagalan struktur. Pada kondisinya, metode pelaksanaan struktur atas yang sesuai dengan standar sering diabaikan dalam pelaksanaannya. Untuk itu sangatlah penting untuk meninjau metode pelaksanaan pekerjaan yang dilakukan.

Metode pelaksanaan konstruksi bangunan gedung merupakan serangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi yang mengikuti prosedur serta yang telah direncanakan berdasarkan standar yang ada yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI). Dalam pembangunan suatu gedung, metode pelaksanaan yang digunakan dapat mempercepat proses pembangunan. Pada setiap proyek konstruksi bangunan gedung, penerapan metode pelaksanaan bisa berbeda-beda, untuk itu perlu dilakukan peninjauan untuk dilakukan evaluasi terhadap standar pelaksanaan pekerjaan. Pada pembahasan Tugas Akhir ini, metode pelaksanaan yang ditinjau adalah pada proyek pembangunan Rehabilitasi Sedang/Berat Puskesmas Paniki Bawah yang merupakan salah satu proyek pembangunan dari pemerintah Kota Manado, dibawah Dinas Kesehatan Kota Manado yang berlokasi di Jalan A.A Maramis, Kelurahan Paniki Bawah, Kecamatan Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana perhitungan struktur portal menggunakan metode Putaran Sudut?
2. Bagaimana perhitungan struktur portal menggunakan metode Matriks?
3. Bagaimana perhitungan struktur portal menggunakan program SAP2000?
4. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur pada proyek Rehabilitasi Sedang/Berat Puskesmas Paniki Bawah?

## **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk melakukan perhitungan struktur statis tak tentu menggunakan metode Putaran Sudut, metode Matriks, dan program SAP2000 serta membandingkan hasil perhitungan struktur statis tak tentu dengan ketiga metode tersebut, mana yang paling efektif serta efisien dalam menghitung suatu model struktur dalam hal ini yaitu model struktur portal.
2. Untuk meninjau metode pelaksanaan pekerjaan struktur pada proyek Rehabilitasi Sedang/Berat Puskesmas Paniki Bawah apakah sesuai dengan standar yang ada.

## **1.4 Manfaat Penulisan**

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai pedoman bagi pihak-pihak yang terkait langsung dengan proyek konstruksi, baik bagi pihak perencana sebagai referensi dalam perencanaan struktur portal pada bangunan, maupun bagi pihak pelaksana agar mengetahui bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur dilapangan.

### **1.5 Batasan Masalah**

Penulisan Tugas Akhir ini mengadopsi beberapa pembatasan masalah sebagai berikut.

1. Perbandingan hasil perhitungan struktur portal menggunakan metode Putaran Sudut, Matriks dan program SAP2000 dibatasi pada perbandingan hasil perhitungan berupa momen ujung batang.
2. Karena tujuan pembahasan ini terletak pada perbandingan 3 metode, maka dalam perhitungan struktur portal ini tidak akan membahas masalah puntir, gempa, ataupun penulangan pada struktur.
3. Jenis pembebanan adalah pembebanan statis yaitu pembebanan akibat beban mati dan beban hidup yang sifatnya statis, yang nilai pembebanannya sudah ditetapkan.
4. Beban yang bekerja adalah beban terbagi rata yang bekerja penuh terhadap struktur.
5. Penampang adalah seragam atau EI tetap
6. Selama proses deformasi, struktur masih dalam batas elastis linear, material dari struktur mengikuti hipotesa Hooke.
7. Untuk analisa struktur metode matriks menggunakan alat bantu Microsoft Excel.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penulisan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini memuat pembahasan umum dan landasan teori yang digunakan untuk menunjang penulisan Tugas Akhir.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metode-metode yang digunakan dalam pengumpulan data maupun dalam analisis data dalam menyelesaikan permasalahan yang ada.

#### BAB IV DATA PERENCANAAN

Bab ini berisi data-data struktur yang akan digunakan pada perhitungan/perencanaan struktur.

#### BAB V ANALISIS/PEMBAHASAN

Pada bab ini memuat perhitungan struktur portal 2D dengan menggunakan metode Putaran Sudut, Matriks dan Program SAP2000 serta metode pelaksanaan pekerjaan.

#### BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bagian penutup dari Tugas Akhir yang memuat kesimpulan dan saran yang merupakan jawaban dari permasalahan yang ada.