



# UNIVERSITAS WIRARAJA

## FAKULTAS TEKNIK

Program Studi Teknik Sipil (Terakreditasi) Program Studi Informatika (Terakreditasi)  
Program Studi Sistem Informasi (Terakreditasi)

Kampus : Jl. Raya Sumenep Pamekasan KM.5 Patean, Sumenep, Madura 69451 Telp : (0328) 664272/673088  
e-mail : fteknik@wiraraja.ac.id Website : fteknik.wiraraja.ac.id

### SURAT PERNYATAAN

Nomor : 094/SP.PLG/D-FT/UNIJA/IV/2023

Yang Bertanda Tangan dibawah ini :

Nama : Cholilul Chayati, ST., MT.  
Jabatan : Dekan Fakultas Teknik  
Instansi : Universitas Wiraraja

Menyatakan bahwa :

1. Nama : Dwi Desharyanto, ST., MT.  
Jabatan : Staf Pengajar Fakultas Teknik  
Tim Penyusun Artikel (*Perbandingan Gaya Dalam Struktur Statis Tertentu Menggunakan Metode Manual Dan Program (Sap 2000)*)

Telah melakukan cek plagiarisme ke Fakultas Teknik menggunakan *Software checkforplagiarism* untuk artikel dengan judul "*Perbandingan Gaya Dalam Struktur Statis Tertentu Menggunakan Metode Manual Dan Program (Sap 2000)*" dan mendapatkan hasil similarity sebesar 7%

Demikian surat pernyataan ini di buat untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya.

Sumenep 10 April 2023

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Wiraraja,



**Cholilul Chayati, ST., MT.**

NIDN. 0715097804

# 1137-Article\_Text-3165-1-2- 20201119.docx

*by* Dwi Desharyanto

---

**Submission date:** 24-Nov-2020 02:06PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1455885852

**File name:** 1137-Article\_Text-3165-1-2-20201119.docx (1,002.79K)

**Word count:** 2976

**Character count:** 18856

## PERBANDINGAN GAYA DALAM STRUKTUR STATIS TERTENTU MENGGUNAKAN METODE MANUAL DAN PROGRAM (SAP 2000)

Dwi Deshariyanto<sup>1)</sup>, Ach. Desmantri Rahmanto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Dosen Fakultas Teknik Universitas Wiraraja, [dwi@wiraraja.ac.id](mailto:dwi@wiraraja.ac.id)

<sup>2)</sup>Dosen Fakultas Teknik Universitas Wiraraja, [desmantri@wiraraja.ac.id](mailto:desmantri@wiraraja.ac.id)

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi sangatlah cepat dan penting untuk diperhatikan, di era industri 4.0 ditandai dengan pemanfaatan informasi dipergunakan untuk mendapatkan efisiensi dan kualitas yang lebih baik dibidang konstruksi. Penyelesaian analisis struktur dilakukan dengan cara manual dan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi penyelesaian tersebut dapat juga dilakukan dengan menggunakan program. Era industri 4.0 sumber daya manusia dituntut menganalisis struktur khususnya struktur statis tertentu dapat dipertanggung jawabkan namun memiliki nilai efisiensi dan kualitas. Tujuan penelitian untuk mengetahui analisis, besar, perbedaan dan besar selisih gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program.

Rancangan penelitian ini dibatasi beberapa contoh kasus struktur statis tertentu yang meliputi gelagar bersendi banyak, portal tiga sendi, pelengkung tiga sendi, pelengkung tiga sendi dengan batang tarik, struktur gabungan, struktur balok bertulang, jembatan gantung dan garis pengaruh. Data dianalisis menggunakan analisis frekuensi untuk menggambarkan data reaksi dan gaya – gaya dalam yang

disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis uji t untuk mencari perbedaan antara perhitungan reaksi dan gaya – gaya dalam dengan metode manual dengan program.

Penyelesaian struktur statis tertentu dengan menggunakan metode manual dengan program menghasilkan adanya perbedaan besaran reaksi dan gaya dalam, perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dan cara penyelesaian, sedangkan adanya perbedaan tanda gaya pada reaksi dan gaya dalam disebabkan cara penggambaran diagram gaya dalam yang berbeda. Reaksi, gaya normal, gaya lintang dan momen menggunakan manual dengan program dengan menggunakan uji t menghasilkan reaksi, gaya normal, gaya lintang dan momen mempunyai varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata-rata besar gaya yang dihasilkan.

**Kata kunci : perbandingan, struktur, statis, tertentu**

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi sangatlah cepat dan penting untuk diperhatikan, di era industri 4.0 ditandai dengan pemanfaatan informasi dipergunakan untuk mendapatkan efisiensi dan kualitas yang lebih baik dibidang konstruksi. Menteri PUPR di Jakarta menyampaikan "Pemanfaatan teknologi harus memberikan nilai tambah bagi pelaksanaan pembangunan infrastruktur, bukan sekedar ikut-ikutan atau mengikuti tren sesaat. Industri 4.0 hanya instrumen, justru dibelakangnya harus ada Sumber Daya Manusia (SDM) yang handal"(Rinaldli, 2019). Penjelasan diatas memberikan informasi bahawasanya di era industri 4.0 pemanfaatan teknologi dapat memberikan nilai tambah bagi pembangunan infrastruktur apabila diikuti dengan sumber daya manusia yang handal.

Infrastruktur dalam bidang konstruksi khususnya bangunan gedung diperlukan analisis struktur, dikarenakan struktur merupakan pendukung sebagian bangunan gedung yang salah satu fungsinya untuk menyalurkan beban kedalam tanah. Sifat struktur di bagi menjadi dua yaitu struktur statis tertentu dan struktur statis tak tentu. “Struktur yang dapat dianalisa dengan menggunakan persamaan statika ( $\sum V = 0$ ,  $\sum H = 0$ , dan  $\sum M = 0$ ) disebut struktur statis tertentu. Sedangkan struktur yang tidak dapat dianalisa dengan hanya menggunakan persamaan statika saja disebut struktur statis tak tentu, untuk menganalisa struktur tersebut digunakan persamaan-persamaan bantuan lainnya berupa persamaan sudut penurunan dan persamaan penurunan (deflection)” (Mulyati, n.d.). Penyelesaian analisis struktur tersebut dilakukan dengan cara manual dan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi penyelesaian tersebut dapat juga dilakukan dengan menggunakan program.

Banyaknya program penyelesaian analisis struktur untuk mendapatkan gaya – gaya dalam baik gaya dalam normal, lintang dan momen pada struktur statis tertentu memberikan manfaat yang besar terhadap waktu penyelesaian analisis struktur tersebut. Beberapa program yang dapat dipergunakan dalam menganalisis struktur bangunan yaitu SAP 2000, ETABS, Tekla Structure, Midas, StaadPro dan SANPRO.

Adanya kemajuan teknologi yang dapat menganalisis struktur menuntut sumber daya manusia khususnya bidang konstruksi dapat menyesuaikan dengan kondisi tersebut, sehingga nantinya dapat bersaing di dunia kerja. Perhitungan struktur statis tertentu kurang mendapat perhatian dalam menganalisis struktur menggunakan program, ini disebabkan struktur statis tertentu merupakan struktur yang cara penyelesaiannya dapat diselesaikan dengan persamaan statika. Keyataannya struktur statis tertentu disampaikan dan diberikan

dalam sebuah perkuliahan atau sebagai dasar dalam menganalisis struktur dengan sifat struktur statis tak tentu. Pilihan melakukan analisis struktur dengan menggunakan program seperti menganalisis struktur statis tertentu sangat diperlukan dikarenakan di era industri 4.0 sumber daya manusia dituntut untuk lebih efisien dan berkualitas serta hasilnya dapat dipertanggung jawabkan.

Berdasarkan permasalahan tuntutan sumber daya manusia di era industri 4.0 dan menganalisis struktur khususnya struktur statis tertentu yang dapat dipertanggung jawabkan namun memiliki nilai efisiensi dan kualitas, maka penelitian ini akan membandingkan hasil gaya – gaya dalam baik gaya dalam normal, lintang dan momen struktur statis tertentu menggunakan metode manual dan program. Program yang dipergunakan dalam menyelesaikan struktur statis tertentu yaitu SAP 2000.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan permasalahan yang ada diatas terkait dengan membandingkan gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan metode manual dan program (SAP 2000), maka permasalahan diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah menganalisis gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program (SAP 2000)?.
- b. Berapa besar gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program (SAP 2000) pada setiap model struktur?.
- c. Apakah ada perbedaan gaya-gaya dalam struktur statis tertentu antara menggunakan cara manual dengan program (SAP 2000)?.
- d. Berapa besar selisih perbedaan dari hasil gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program (SAP 2000) pada setiap model struktur?.

### 1.3 TUJUAN DAN MANFAAT

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah terkait dengan membandingkan gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan metode manual dan program (SAP 2000) sebagai berikut:

- Mengetahui analisis dan besar gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program (SAP 2000).
- Mengetahui perbedaan gaya-gaya dalam struktur statis tertentu antara menggunakan cara manual dengan program (SAP 2000).
- Mengetahui besar selisih perbedaan dari hasil gaya-gaya dalam struktur statis tertentu menggunakan cara manual dan program (SAP 2000) pada setiap model struktur.

Manfaat dari penelitian ini nantinya dapat dipergunakan mahasiswa dalam mempelajari dan memahami penyelesaian struktur statis tertentu dengan menggunakan metode manual dan program khususnya SAP 2000.

### 2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini mengacu pada rumusan masalah, dimana penelitian ini dibatasi pada beberapa contoh kasus terkait struktur statis tertentu yang meliputi :

- Gelagar bersendi banyak
- Portal tiga sendi
- Pelengkung tiga sendi
- Pelengkung tiga sendi dengan batang tarik
- Struktur gabungan
- Struktur balok bertulang
- Jembatan gantung
- Garis pengaruh

Penelitian ini dipergunakan untuk mencari perbandingan antara metode manual menggunakan persamaan keseimbangan dengan program SAP 2000. Data-data penelitian ini dilakukan dengan dua cara analisis yaitu analisis frekuensi untuk menggambarkan data reaksi dan gaya

– gaya dalam yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis uji t untuk mencari perbedaan antara perhitungan reaksi dan gaya – gaya dalam dengan metode manual dengan program SAP 2000.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 TAHAPAN ANALISIS

Tahapan analisis dalam menghitung gaya-gaya dalam struktur statis tertentu dengan menggunakan metode manual sebagai berikut :

- Menentukan reaksi tumpuan dengan persamaan keseimbangan yaitu  $\Sigma M = 0$ ,  $\Sigma H = 0$  dan  $\Sigma V = 0$ .
- Menentukan gaya-gaya dalam yang terdiri dari gaya dalam normal (N), gaya dalam lintang (Q) dan gaya dalam momen (M).
- Menentukan diagram gaya-gaya dalam normal, lintang dan momen.

Tahapan analisis dalam menghitung gaya-gaya dalam struktur statis tertentu dengan menggunakan metode program menggunakan SAP 2000 sebagai berikut :

- Memulai SAP 2000
- Merancang pemodelan struktur
- Mengubah dimensi pada sumbu X, Y dan Z
- Menentukan tipe bahan
- Menentukan dimensi penampang
- Menentukan perletakan
- Menentukan jenis pembebanan
- Memasukkan beban pada titik atau batang
- Menganalisis data.
- Menampilkan hasil analisis gaya dalam
- Menampilkan tabel output

#### 3.2 PERBANDINGAN GAYA DALAM

Gaya-gaya dalam struktur statis tertentu dengan berbagai model struktur yang dilakukan secara manual dan program dapat dilakukan perbandingan dengan hasil yang telah didapatkan sebagai berikut :

- Struktur Gelagar Bersendi Banyak

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 1

Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Gelagar Bersendi Banyak

Titik	Reaksi (V)			Normal (N)			Lintang (Q)			Momen (M)		
	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)
Ma	82.84	82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Mb	82.84	82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00	-82.84	-82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-32.84	-32.84	0.00	57.84	57.84	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-17.18	-17.18	0.00	65.01	65.01	0.00
A-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-42.78	-42.78	0.00	23.52	23.52	0.00
Ba	217.16	217.16	0.00	-0.00	0.00	0.00	-117.18	-117.18	0.00	-68.64	-68.64	0.00
Bb	217.16	217.16	0.00	-0.00	0.00	0.00	-100.00	-100.00	0.00	-68.64	-68.64	0.00
S1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-56.00	-56.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-50.00	-50.00	0.00	6.36	5.38	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-31.58	-30.11	0.00
B-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-50.00	-50.00	0.00	6.36	5.38	0.00
S2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-56.00	-56.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	217.16	217.16	0.00	-0.00	0.00	0.00	-100.00	-100.00	0.00	-68.64	-68.64	0.00
Cb	217.16	217.16	0.00	-0.00	0.00	0.00	-117.18	-117.18	0.00	-68.64	-68.64	0.00
C-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-67.18	-67.18	0.00	23.52	23.52	0.00
C-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-17.18	-17.18	0.00	65.01	65.01	0.00
C-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-32.84	-32.84	0.00	57.84	57.84	0.00
Da	82.84	82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00	-82.84	-82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00
Da	82.84	82.84	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan tabel diatas menunjukkan besar reaksi, normal, lintang tidak terjadi perbedaan akan tetapi pada besar momen terjadi perbedaan sebesar 16 %. Tanda gaya pada reaksi, gaya normal dan momen tidak ada perbedaan, akan tetapi tanda gaya pada gaya lintang terjadi perbedaan sebesar 84 %. Terjadinya perbedaan besar momen pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya lintang disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

2. Struktur Portal Tiga Sendi

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 2

Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Portal Tiga Sendi

Titik	Reaksi (V)			Normal (N)			Lintang (Q)			Momen (M)		
	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)
Ma	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Mb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Bb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Cb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Da	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Da	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan tidak ada perbedaan besar gaya pada reaksi, gaya normal, lintang dan momen serta tanda gaya pada reaksi horisontal dan normal, sedangkan tanda gaya untuk reaksi horisontal terjadi perbedaan sebesar 10 %, gaya lintang sebesar 90 % dan momen sebesar 29 %. Terjadinya perbedaan tanda gaya baik itu reaksi, gaya lintang dan momen disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

3. Struktur Pelengkung Tiga Sendi

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 3

Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Pelengkung Tiga Sendi

Titik	Reaksi (V)			Normal (N)			Lintang (Q)			Momen (M)		
	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)	Mat	Prg	(%)
Ma	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Mb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
A-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Ba	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Bb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
B-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
S3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Cb	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-1	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-2	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
C-3	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Da	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00
Da	0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak ada perbedaan pada reaksi, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada gaya normal sebesar 75 %, gaya lintang sebesar 81 % dan momen sebesar 50 %. Tanda gaya tidak terjadi perbedaan pada reaksi vertikal, gaya normal dan momen, sedangkan tanda gaya terjadi perbedaan pada reaksi horisontal sebesar 13 % dan gaya lintang sebesar 81 %. Terjadinya perbedaan besar

gaya normal, lintang dan momen pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya baik itu reaksi dan gaya lintang disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

4. Struktur Pelengkung Tiga Sendi dengan Batang Tarik

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 4

Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Pelengkung Tiga Sendi dengan Batang Tarik

Titik	Reaksi (kN)			Momen (kNm)			Gaya Lintang (kN)			Gaya Normal (kN)		
	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff
Reaksi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Momen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gaya Lintang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gaya Normal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada gaya normal sebesar 83 %, gaya lintang sebesar 78 % dan momen sebesar 28 %. Tanda gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi dan gaya normal, sedangkan tanda gaya yang terjadi perbedaan pada gaya lintang sebesar 83 % dan momen sebesar 6 %. Terjadinya perbedaan besar gaya normal, lintang dan momen pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya baik itu gaya lintang dan momen disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

5. Struktur Gabungan

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 5  
Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Gabungan

Titik	Reaksi (kN)			Momen (kNm)			Gaya Lintang (kN)			Gaya Normal (kN)		
	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff	Man	Prog	Diff
Reaksi	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Momen	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gaya Lintang	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gaya Normal	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi dan momen, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada gaya normal sebesar 16 % dan gaya lintang sebesar 16 %. Tanda gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi vertikal dan gaya normal, sedangkan tanda gaya yang terjadi perbedaan pada reaksi horisontal sebesar 8 %, gaya lintang sebesar 68 % dan momen sebesar 8 %. Terjadinya perbedaan besar baik itu gaya normal dan lintang pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya baik itu reaksi, gaya lintang dan momen disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

6. Struktur Balok Bertulang

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 6  
Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Balok Bertulang

Titik	Reaksi (V)			Normal (N)			Lintang (Q)			Momen (M)		
	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff
A1	91.81	91.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2	91.81	91.81	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	8.13	8.13	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	16.25	16.25	0.00
B1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	24.38	24.38	0.00
B2	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-8.13	-8.13	0.00	24.38	24.38	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	16.25	16.25	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	8.13	8.13	0.00
S1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-8.13	-8.13	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	8.13	8.13	0.00	12.50	12.50	0.00
D1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-38.13	-38.13	0.00	-40.84	-40.84	0.00
D2	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-45.63	-45.63	0.00	-46.88	-46.88	0.00
D-1	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-29.63	-29.63	0.00	-11.25	-11.25	0.00
D-2	0.00	0.00	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-8.63	-8.63	0.00	4.38	4.38	0.00
E1	91.81	91.81	0.00	-167.50	-167.50	0.00	-14.38	-14.38	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	91.81	91.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak terjadi perbedaan pada gaya normal, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada reaksi sebesar 25 %, gaya lintang sebesar 63 % dan momen sebesar 6 %. Tanda gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi, gaya normal dan momen, sedangkan tanda gaya yang terjadi perbedaan pada gaya lintang sebesar 88 %. Terjadinya perbedaan besar baik itu reaksi, gaya lintang dan momen pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

7. Struktur Jembatan Gantung

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 7  
Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Struktur Jembatan Gantung

Titik	Reaksi (V)			Normal (N)			Lintang (Q)			Momen (M)		
	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff
A1	1000.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2	1000.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi dan gaya normal, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada reaksi horisontal sebesar 17

%, gaya lintang sebesar 43 % dan momen sebesar 26 %. Tanda gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi dan gaya normal, sedangkan tanda gaya yang terjadi perbedaan pada reaksi horisontal sebesar 9 %, gaya lintang sebesar 48 % dan momen sebesar 17 %. Terjadinya perbedaan besar reaksi, gaya lintang dan momen pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan cara penyelesaian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

8. Garis Pengaruh

Perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 8  
Rekapitulasi Gaya Dalam Manual dan Program Garis Pengaruh

Titik	GP Reaksi Titik A			GP Reaksi Titik B			GP Normal (N) Titik A			GP Lintang (Q) Titik A			GP Momen (M) Titik A		
	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff	Met	Prog	Diff
A1	1000.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2	1000.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D-1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D-2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan pada tabel diatas menunjukkan besar gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi titik A, B, gaya normal dan momen, sedangkan besar gaya yang terjadi perbedaan pada gaya lintang sebesar 40 %. Tanda gaya yang tidak terjadi perbedaan pada reaksi A, B dan gaya normal, sedangkan tanda gaya yang terjadi perbedaan pada gaya lintang sebesar 60 % dan momen sebesar 60 %. Terjadinya perbedaan besar gaya lintang pada titik tertentu disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dalam perhitungan dan terjadinya perbedaan tanda gaya disebabkan adanya cara penggambaran diagram gaya dalam yang tidak sama.

3.3 UJI T

Hasil perhitungan metode manual dan program dilakukan uji t untuk mengetahui perbedaan kedua metode tersebut dalam

mencari reaksi dan gaya – gaya dalam struktur statis tertentu. Hasil dari pengujian tersebut sebagai berikut.

1. Reaksi Vertikal

Hasil pengujian reaksi vertikal dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 9  
Hasil Reaksi Vertikal Independent Sample T Test

		Reaksi Vertikal	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.000	
	Sig.	.985	
t-test for Equality of Means	t	-.026	-.026
	df	114	113,999
	Sig. (2-tailed)	.980	.980
	Mean Difference	-1.396897	-1.396897
	Std. Error Difference	54.358863	54.358863
95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-109.081386	-109.081382
	Upper	106.287593	106.287599

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar 0,985 > 0,05, maka dapat disimpulkan hasil reaksi vertikal metode manual dengan program mempunyai varian yang sama. Berdasarkan nilai tingkat signifikansi sebesar 0,980 > 0,05, maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara rata-rata hasil reaksi vertikal menggunakan metode manual dengan program.

2. Reaksi Horizontal

Hasil pengujian reaksi horisontal dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 10  
Hasil Reaksi Horizontal Independent Sample T Test

		Reaksi Horizontal	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.000	
	Sig.	1.000	
t-test for Equality of Means	t	.000	.000
	df	30	30,000
	Sig. (2-tailed)	1.000	1.000
	Mean Difference	.000000	.000000
	Std. Error Difference	3.886609	3.886609
95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-7.937514	-7.937514
	Upper	7.937514	7.937514

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar 1,000 > 0,05, maka dapat disimpulkan hasil reaksi horisontal metode manual dengan program mempunyai varian yang sama. Berdasarkan nilai tingkat signifikansi sebesar 1,000 > 0,05, maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara rata-rata hasil reaksi horisontal menggunakan metode manual dengan program.

3. Gaya Normal

Hasil pengujian gaya normal dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 11  
Hasil Gaya Normal Independent Sample T Test

		Gaya Normal	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.000	
	Sig.	1.000	
t-test for Equality of Means	t	-.002	-.002
	df	294	294,000
	Sig. (2-tailed)	.999	.999
	Mean Difference	-.009412	-.009412
	Std. Error Difference	5.913387	5.913387
95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-11.647346	-11.647346
	Upper	11.628521	11.628521

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar 1,000 > 0,05, maka dapat disimpulkan hasil gaya normal metode manual dengan program mempunyai varian yang sama. Berdasarkan nilai tingkat signifikansi sebesar 0,999 > 0,05, maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara rata-rata hasil gaya normal menggunakan metode manual dengan program.

4. Gaya Lintang

Hasil pengujian gaya lintang dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 12  
Hasil Gaya Lintang Independent Sample T Test

		Gaya Lintang	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.014	
	Sig.	.904	
t-test for Equality of Means	t	-.038	-.038
	df	294	293,999
	Sig. (2-tailed)	.970	.970
	Mean Difference	-.315068	-.315068
	Std. Error Difference	8.262789	8.262789
95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-16.576779	-16.576779
	Upper	15.946644	15.946644

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar  $0,904 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan hasil gaya lintang metode manual dengan program mempunyai varian yang sama. Berdasarkan nilai tingkat signifikansi sebesar  $0,970 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara rata-rata hasil gaya lintang menggunakan metode manual dengan program.

5. Momen

Hasil pengujian momen dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 13

Hasil Momen Independent Sample T Test

		Momen	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.106	
	Sig.	.745	
t-test for Equality of Means	t	.268	.268
	df	294	293,982
	Sig. (2-tailed)	.789	.789
	Mean Difference	7,386804	7,386804
	Std. Error Difference	27,564089	27,564089
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower Upper	-46,861133 61,634741

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar  $0,745 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan hasil momen metode manual dengan program mempunyai varian yang sama. Berdasarkan nilai tingkat signifikansi sebesar  $0,789 > 0,05$ , maka dapat disimpulkan tidak ada perbedaan antara rata-rata hasil momen menggunakan metode manual dengan program.

Hasil keseluruhan analisis diatas menunjukkan bahwasanya besar reaksi vertikal, reaksi horisontal, gaya normal, gaya lintang dan momen yang diselesaikan dengan menggunakan metode manual dan program mempunyai varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata-rata besar gaya yang dihasilkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan analisis penelitian, maka dapat disimpulkan penyelesaian struktur statis tertentu dengan

menggunakan metode manual dengan program (SAP) 2000 menghasilkan adanya perbedaan besaran reaksi dan gaya dalam, perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian dan cara penyelesaian, sedangkan adanya perbedaan tanda gaya pada reaksi dan gaya dalam disebabkan cara penggambaran diagram gaya dalam yang berbeda. Reaksi, gaya normal, gaya lintang dan momen menggunakan manual dengan program dengan menggunakan uji t menghasilkan reaksi, gaya normal, gaya lintang dan momen mempunyai varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata-rata besar gaya yang dihasilkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Hakiki, M. S., & Purwanto, T. (2018). Analisis Struktur Atas Untuk Perencanaan Bangunan Rangka Baja Project Pt. Bogatama Marinusa Makasar, Sulawesi Selatan. *Wahana Teknik, 07*.

Mulyati. (n.d.). Analisa Struktur II. In *Bahan Ajar*. Retrieved from <https://sisfo.itp.ac.id/bahanajar/BahanAjar/Mulyati/BahanAjarAnalisaStrukturII/MateriAjar/MateriPertemuanI%2CII.pdf>

Pramono, H. (2007). *Desain Konstruksi dengan SAP 2000 Versi 9.0*. (A. H. Triyuliana, Ed.). Yogyakarta.

Rinaldi. (2019). Penggunaan Teknologi dalam Konstruksi Tingkatkan Akurasi. *Persatuan Perusahaan Realestat Indonesia*. Retrieved from <http://www.rei.or.id/newrei/berita-penggunaan-teknologi-dalam-konstruksi-tingkatkan-akurasi.html>

Salonde, Y. Y. R., Manalip, H., & Wallah, S. E. (2016). Analisis Portal Bertingkat dengan Elevasi Lantai Berbeda Menggunakan Metode Consistent Deformation dan Slope Deflection. *Jurnal Sipil Statik, 4(7)*.

2  
Retrieved from  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=2ahukewig4uh-x7foahwfbiskhehcbjyqfjahegqicbab&url=https%3A%2F%2Fjournal.unsrat.ac.id%2Findex.php%2Fjss%2Farticle%2Fdownload%2F13163%2F12748&usg=aovvaw3hf7hteofqqfnchb-up5ac>

Schodek, D. L. (1991). *Struktur*. (T. Surjaman, Ed.) (Bambang Su). Bandung: PT. ERESKO.

Wesli. (2010). *Mekanika Rekayasa* (pertama). Graha Ilmu.

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

6%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya Student Paper	5%
2	123dok.com Internet Source	1%
3	adoc.tips Internet Source	1%
4	Zahrah Maulidia Septimar. "Pengaruh Tindakan Penghisapan Lendir (Suction) terhadap Perubahan Kadar Saturasi Oksigen pada Pasien kritis di ICU", Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat, 2018 Publication	<1%
5	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1%
6	repository.usd.ac.id Internet Source	<1%

---

Exclude quotes      Off

Exclude matches      < 10 words

Exclude bibliography      Off