

PERBANDINGAN STRUKTUR RANGKA BATANG STATIS TAK TENTU MENGUNAKAN METODE MEKANIKA KLASIK DAN PROGRAM (SAP 2000)

Dwi Desharyanto^{1*}, Anita Intan Nura Diana²

¹Universitas Wiraraja

²Universitas Wiraraja

*email: dwi@wiraraja.ac.id

ABSTRAK

Salah satu cara yang relatif sederhana dan efektif untuk mengajarkan dasar-dasar mekanika teknik adalah metode mekanika teknik klasik, hal tersebut bertujuan untuk melatih intuisi rekayasa atau engineering judgement yang diperlukan untuk mengevaluasi hasil dari program komputer canggih. Tujuan penelitian untuk mengetahui besar reaksi dan gaya-gaya serta perbedaan dari hasil reaksi dan gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000). Rancangan penelitian ini membandingkan antara metode mekanika klasik menggunakan metode Consistent Deformation dengan program SAP 2000 struktur rangka batang statis tak tentu dengan model rangka atap dan rangka jembatan. Data-data penelitian ini dilakukan dengan analisis frekuensi dan analisis uji t. Penyelesaian struktur statis tak tentu dengan model rangka atap dan jembatan menggunakan metode klasik dengan program (SAP) 2000 menghasilkan adanya perbedaan besaran gaya – gaya dalam batang, perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian. Struktur rangka model atap dan jembatan pada kondisi tak tentu setelah dilakukan uji t menghasilkan besar gaya – gaya dalam batang dengan varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata-rata besar gaya yang dihasilkan.

Kata kunci : perbandingan, gaya dalam, klasik, program.

ABSTRACT

One of the relatively simple and effective ways to teach the basics of engineering mechanics is the classical engineering mechanics method, it aims to train the engineering intuition or engineering judgment needed to evaluate the results of sophisticated computer programs. The aim of the study was to determine the magnitude of the reactions and forces as well as the differences between the reactions and forces in the statically indeterminate truss structure using classical mechanics methods and programs (SAP 2000). The design of this study compares the classical mechanics method using the Consistent Deformation method with the SAP 2000 program for a statically indeterminate truss structure with a roof truss and bridge truss model. The data of this study were carried out by frequency analysis and t test analysis. Completion of indeterminate static structures with roof truss and bridge models using the classical method with the program (SAP) 2000 resulted in differences in the magnitudes of the forces in the rods, these differences were due to differences in the level of accuracy. The frame structure of the roof and bridge models under indeterminate conditions after the t-test results in the magnitude of the forces in the rods with the same variance and there is no difference between the average magnitudes of the resulting forces.

Keywords : webinar, nasional, diseminasi, penelitian, pengabdiankepadamasyarakat.

PENDAHULUAN

Komputerisasi dalam dunia konstruksi sudah tidak dapat dipisahkan lagi, dikarenakan

hal tersebut merupakan perkembangan teknologi dan informasi dan bukan hal baru. Komputerisasi dalam sudah digunakan dalam menyelesaikan setiap perencanaan atau sebuah desain konstruksi.

Pemilihan komputerisasi untuk penyelesaian perencanaan konstruksi dikarenakan memiliki keunggulan bukan hanya cepat penyelesaiannya namun memiliki keakuratan dan dan efektifitas serta kemudahan untuk menggunakannya. Banyak komputerisasi yang digunakan dalam penyelesaian perencanaan konstruksi memerlukan sumber daya manusia yang handal dan akurat dalam mengoperasikan komputersisasi khususnya bidang teknik sipil.

Wiryanto Dewobroto memaparkan disebuah makalahnya di acara Lokakarya Pengajaran Konstruksi Beton dan Mekanika Teknik di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya memaparkan “mata kuliah Mekanika Teknik sebagian besar materi yang diberikan adalah metode klasik dengan penyelesaian manual. Metode mekanika teknik klasik merupakan salah satu cara yang relatif sederhana dan efektif untuk mengajarkan dasar-dasar mekanika teknik dan untuk melatih intuisi rekayasa atau engineering judgement yang diperlukan untuk mengevaluasi hasil dari program komputer canggih. Semakin canggih suatu program, maka semakin kompleks pemahaman yang diperlukan untuk mengetahui apakah hasilnya betul atau salah.” (Dewobroto, 2005).

Struktur rangka batang adalah mata kuliah yang diberikan kepada mahasiswa dalam mempelajari bangunan teknik sipil antara lain kuda – kuda atap, jembatan, menara dan lain-lain. Analisis digunakan untuk mendapatkan kestabilan struktur, besar reaksi perletakan dan besar gaya – gaya dalam yang diakibatkan beban yang bekerja. Metode mekanika teknik klasik yang digunakan diantaranya metode craemona, metode titik buhul dan metode potongan serta metode deformasi konsisten. Software sipil analisis struktur terbaik dan yang paling dikenal didunia yaitu “Staad Pro, GTStrudl, SAP2000, Structure Point, TEKLA, ETABS dan SACS” (“Software Design Dan Analisa Struktur Terbaik,” n.d.)

Berdasarkan penggunaan komputerisasi dan pengajaran materi yang masih menggunakan metode mekanika klasik serta sumber daya manusia yang dituntut untuk handal dan akurat dalam pengoperasian komputerisasi pada struktur rangka batang, maka penelitian ini akan membandingkan struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dengan program. Program yang digunakan penelitian ini adalah SAP 2000. Permasalahan diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimanakah menganalisis gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
2. Berapa besar reaksi dan gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
3. Perbedaan yang terjadi pada penyelesaian struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
4. Berapa besar perbedaaan dari hasil reaksi dan gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah terkait penyelesaian struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000) sebagai berikut:

1. Mengetahui analisis gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
2. Mengetahui besar reaksi dan gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
3. Mengetahui Perbedaan yang terjadi pada penyelesaian struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.
4. Mengetahui besar perbedaaan dari hasil reaksi dan gaya-gaya dalam struktur rangka batang statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik dan program (SAP 2000)?.

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

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini mengacu pada rumusan masalah, dimana penelitian ini dibatasi pada beberapa contoh kasus terkait struktur rangka batang statis tak tentu yang meliputi :

1. Rangka atap
2. Rangka jembatan

Penelitian digunakan untuk mencari perbandingan antara metode mekanika klasik menggunakan metode deformasi konsisten dengan program SAP 2000. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di kabupaten Sumenep serta penelitian dilakukan selama 8 bulan. Penelitian ini mempergunakan program SAP 2000 untuk menganalisis struktur rangka batang statis tak tentu. Pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan cara studi literatur. 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 mekanika klasik dengan program SAP 2000.

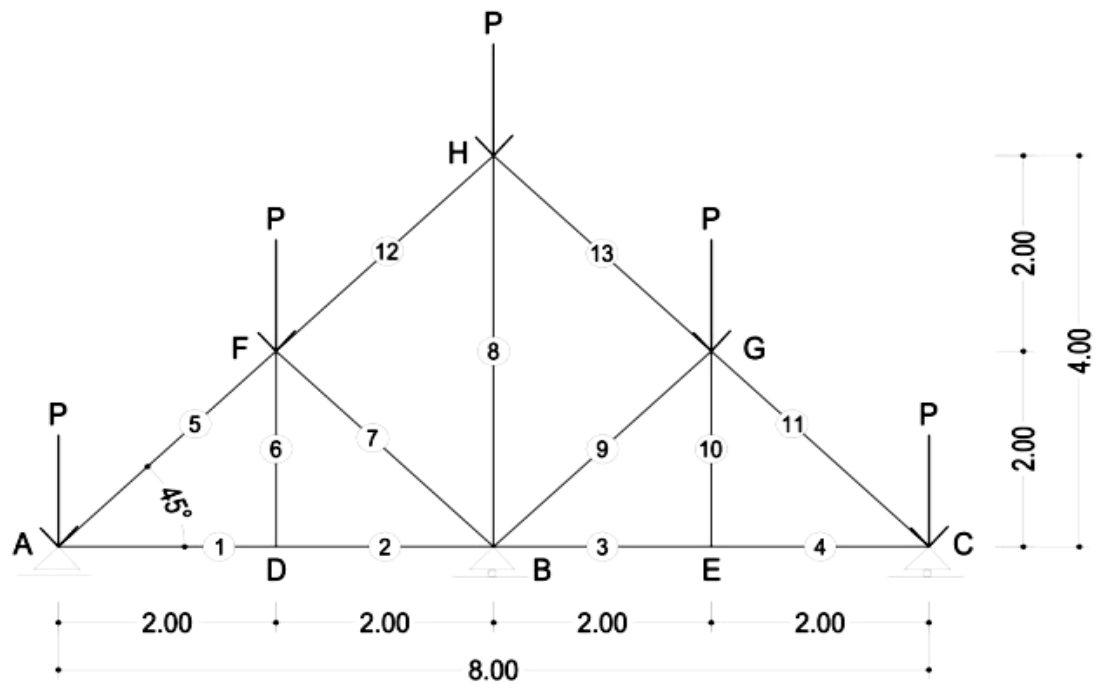
HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode mekanika klasik yang dipergunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan metode deformasi konsisten untuk struktur statis tak tentu, sedangkan metode program menggunakan SAP 200. Metode deformasi konsisten merupakan “cara yang paling umum dipakai untuk menyelesaikan perhitungan suatu struktur statis tak tentu (suatu struktur yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan bantuan 3 persamaan keseimbangan, karena mempunyai jumlah bilangan yang tidak diketahui lebih besar dari 3 ($unknown > 3$). Dengan kata lain dibutuhkan tambahan persamaan untuk bisa menyelesaikannya. Tingkat atau derajat ketidaktentuan statis (DKS), akan menentukan jumlah persamaan tambahan yang dibutuhkan. Bilangan-bilangan yang tidak diketahui tersebut berupa gaya luar (reaksi)” (Zacoeb, 2014). Langkah – langkah yang harus dikerjakan untuk menyelesaikan perhitungan struktur statis tak tentu dengan metode Consistent Deformation adalah sebagai berikut :

1. Tentukan derajat ketidaktentuan statis (DKS) struktur.
2. Buat struktur menjadi statis tertentu dengan menghilangkan gaya kelebihan (redundant) yang ada.
3. Hitung deformasi struktur statis tertentu tersebut akibat beban yang ada.
4. Beban yang ada dihilangkan, gaya kelebihan dikerjakan sebagai beban, dan dihitung deformasinya (jika gaya kelebihan lebih dari satu, maka dikerjakan satu persatu secara bergantian).
5. Setelah deformasi akibat beban yang ada dan gaya-gaya kelebihan dari struktur statis tertentu tersebut dihitung dengan memperhatikan kondisi struktur aslinya, yaitu struktur statis tak tentu, dan disusun persamaan Consistent Deformation.
6. Dengan bantuan persamaan Consistent Deformation, gaya-gaya kelebihan dapat dihitung. Setelah gaya-gaya kelebihan didapat, gaya-gaya yang lain dapat dihitung dengan bantuan 3 persamaan keseimbangan yang ada.

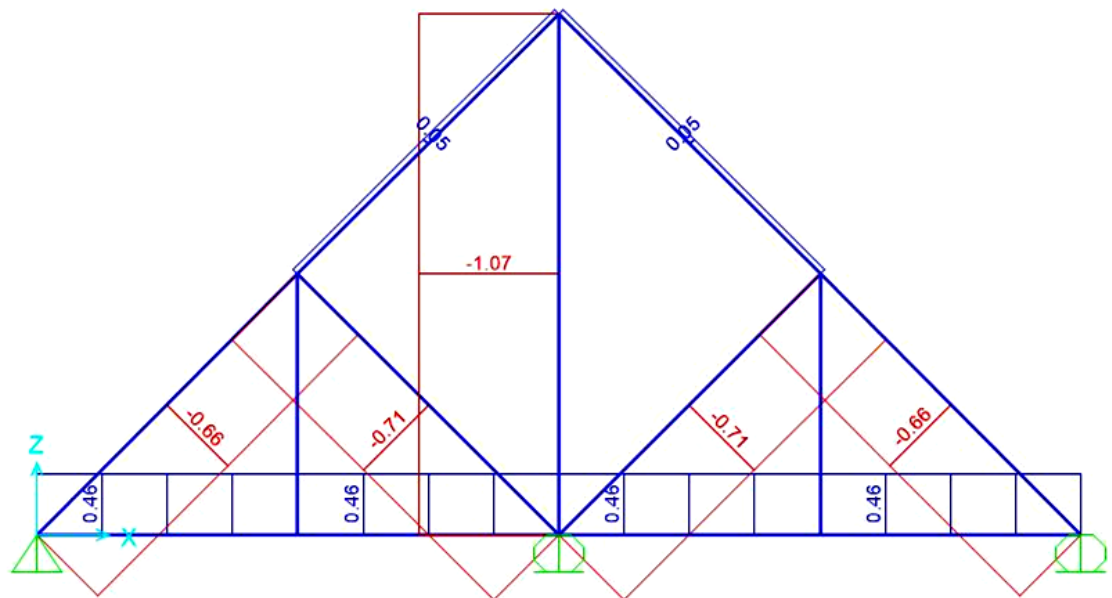
Metode penyelesaian struktur rangka statis tak tentu menggunakan SAP 2000 mengacu pada langkah – langkah berdasarkan Tutorial Analisa Rangka Batang Menggunakan Sap2000 (Yusi, 2018). Hasil penelitian gaya-gaya dalam struktur statis tak tentu dengan menggunakan metode program sebagai berikut :

1. Model Rangka Atap



Gambar 1 Model Rangka Atap Statis Tak Tentu

Perhitungan model rangka atap pada gambar diatas menggunakan SAP 2000 dengan dimensi batang 0,2 x 0,4 m dan modulus elastisitas sebesar 2194996,4 Ton/m² . setelah rangka diatas dilakukan analisis, maka hasil diagram gaya – gaya dalam dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2 Diagram Gaya – Gaya Dalam Model Rangka Atap Statis Tak Tentu

Berdasarkan gambar diatas dijelaskan terkait dengan besar gaya dalam setiap batang dalam satuan ton, sedangkan rekapitulasi besar reaksi dan gaya – gaya dalam dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Rekapitulasi Reaksi Perletakan Model Rangka Atap Statis Tak Tentu

Joint	F3
	Tonf
10	1.4645
12	2.0711
14	1.4645

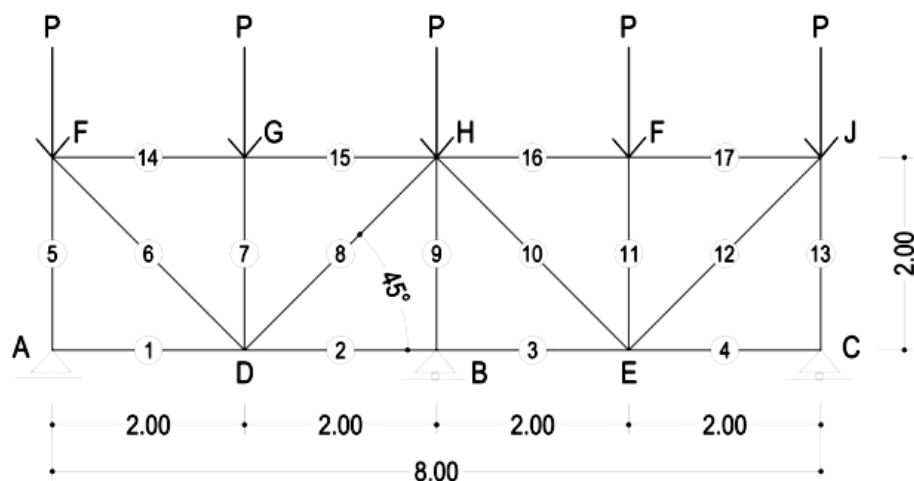
Berdasarkan tabel diatas reaksi perletakan di titik A sebesar 1,465 ton, di titik B sebesar 2,071 ton dan di titik C sebesar 1,465 ton.

Tabel 2
Rekapitulasi Gaya – Gaya Batang Model Rangka Atap Statis Tak Tentu

Frame	P Tonf
1	0.4645
2	0.4645
3	0.4645
4	0.4645
5	-0.6569
6	-2.2E-16
7	-0.7071
8	-1.0711
9	-0.7071
10	2.22E-16
11	-0.6569
12	0.0503
13	0.0503

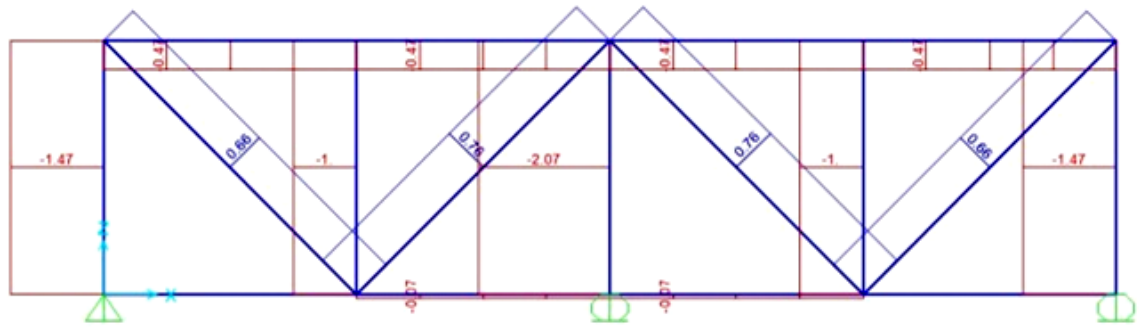
Berdasarkan tabel diatas batang yang mengalami gaya tarik yaitu batang 1, 2, 3, 4, 12 dan 13, sedangkan batang yang mengalami gaya tekan yaitu batang 5, 7, 8, 9, dan 11.

2. Model Rangka Jembatan



Gambar 3 Model Rangka Jembatan Statis Tak Tentu

Perhitungan model rangka jembatan pada gambar diatas menggunakan SAP 2000 dengan dimensi batang 0,2 x 0,4 m dan modulus elastisitas sebesar 2194996,4 Ton/m² . setelah rangka diatas dilakukan analisis, maka hasil diagram gaya – gaya dalam dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4 Diagram Gaya – Gaya Dalam Model Rangka Jembatan Statis Tak Tentu

Berdasarkan gambar diatas dijelaskan terkait dengan besar gaya dalam setiap batang dalam satuan ton, sedangkan rekapitulasi besar reaksi dan gaya – gaya dalam dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Rekapitulasi Reaksi Perletakan Model Rangka Jembatan Statis Tak Tentu

Joint	F3 Tonf
9	1.4659
11	2.0682
13	1.4659

Berdasarkan tabel diatas reaksi perletakan di titik A sebesar 1,466 ton, di titik B sebesar 2,068 ton dan di titik C sebesar 1,466 ton.

Tabel 4 Rekapitulasi Gaya – Gaya Batang Model Rangka Jembatan Statis Tak Tentu

Frame	P Tonf
1	-2.2E-16
2	-0.0682
3	-0.0682
4	0
5	-1.4659
6	0.6589
7	-1
8	0.7554
9	-2.0682
10	0.7554
11	-1
12	0.6589
13	-1.4659
14	-0.4659
15	-0.4659
16	-0.4659
17	-0.4659

Berdasarkan tabel diatas batang yang mengalami gaya tarik yaitu batang 6, 8, 10 dan 12, sedangkan batang yang mengalami gaya tekan yaitu batang 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 14, 15, 16 dan 17.

Gaya-gaya dalam struktur rangka statis tak tentu dengan model struktur rangka atap dan jembatan yang dilakukan secara manual dan program dapat dilakukan perbandingan reaksi dan gaya-gaya dalam serta selisih dari dua metode penyelesaian dapat dilihat pada tabel

rekapitulasi dibawah ini.

Tabel 5 Rekapitulasi Gaya Dalam Struktur Statis Tak Tentu Model Rangka Atap dan Jembatan

No Batang	Struktur Statis Tak Tentu					
	Model Rangka Atap			Model Rangka Jembatan		
	Manual	Program	Selisih	Manual	Program	Selisih
RAV	1.465	1.465	0.000	1.466	1.466	0.000
RBV	2.071	2.071	0.000	2.068	2.068	0.000
1	0.464	0.465	-0.001	0.000	0.000	0.000
2	0.464	0.465	-0.001	-0.068	-0.068	0.000
3	0.464	0.465	-0.001	-0.068	-0.068	0.000
4	0.464	0.465	-0.001	0.000	0.000	0.000
5	-0.657	-0.657	0.000	-1.466	-1.466	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.659	0.659	0.000
7	-0.707	-0.707	0.000	-1.000	-1.000	0.000
8	-1.071	-1.071	0.000	0.755	0.755	0.000
9	-0.707	-0.707	0.000	-2.068	-2.068	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.755	0.755	0.000
11	-0.657	-0.657	0.000	-1.000	-1.000	0.000
12	0.050	0.050	0.000	0.659	0.659	0.000
13	0.050	0.050	0.000	-1.466	-1.466	0.000
14				-0.466	-0.466	0.000
15				-0.466	-0.466	0.000
16				-0.466	-0.466	0.000
17				-0.466	-0.466	0.000

Tanda (+) batang mengalami Tarik

Tanda (-) batang mengalami Tekan

Satuan diatas kesemuanya dalam satuan ton

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil perbandingan penyelesaian dengan menggunakan metode mekanika klasik (manual) dan program struktur rangka batang statis tak tentu tabel diatas menunjukkan besar reaksi mempunyai besaran yang sama, sedangkan gaya dalam batang terjadi perbedaan di batang 1 sampai dengan 4 pada model rangka atap dan batang yang lainnya mempunyai besaran yang sama.

Hasil perhitungan struktur rangka menggunakan metode mekanika klasik (manual) dan program hanya pada model rangka atap dilakukan uji t untuk mengetahui perbedaan kedua metode tersebut dalam mencari gaya – gaya dalam batang struktur statis tak tentu. Reaksi struktur rangka statis tak tentu model atap dan jembatan serta gaya – gaya dalam batang model jembatan struktur rangka statis tak tentu tidak dilakukan uji t disebabkan hasil gaya – gaya dalam batang mempunyai besaran yang sama. Hasil pengujian gaya – gaya dalam batang dapat dilihat pada tabel hasil Independent Sample T Test berikut ini.

Tabel 6 Hasil Gaya – Gaya Dalam Batang Model Atap Statis Tak Tentu Independent Sample T Test

		Gaya Dalam Batang	
		Equal variances assumed	Equal variances not assumed
Levene's Test for Equality of Variances	F	.000	
	Sig.	.998	
t-test for Equality of Means	t	-.001	-.001
	df	24	24.000
	Sig. (2-tailed)	.999	.999
	Mean Difference	-.000308	-.000308
	Std. Error Difference	.215352	.215352
	95% Confidence Interval of the Difference	Lower	-.444772
		Upper	.444157

Sumber : Hasil Penelitian

Nilai probabilitas dengan equal variance assumed tabel diatas sebesar $0,998 > 0,05$, maka dapat disimpulkan hasil gaya – gaya dalam batang model atap struktur statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik (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 – gaya dalam batang model atap struktur statis tak tentu menggunakan metode mekanika klasik (manual) dengan program.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Wiraraja yang mensponsori penelitian ini dengan judul Perbandingan Struktur Rangka Batang Statis Tak Tentu Menggunakan Metode Klasik Dan Program (SAP 2000).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dan analisis penelitian, maka dapat disimpulkan penyelesaian struktur statis tak tentu dengan model atap dan jembatan menggunakan metode manual dengan program (SAP) 2000 menghasilkan adanya perbedaan besaran gaya – gaya dalam batang, perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan tingkat ketelitian. Struktur rangka model atap dan jembatan pada kondisi statis tak tentu setelah dilakukan uji t menghasilkan besar gaya – gaya dalam batang dengan varian yang sama dan tidak ada perbedaan antara rata-rata besar gaya yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A. N., Abdi, F. N., & Sutanto, H. (2019). Analisis Struktur Rangka Batang 2d Dengan Metode Matriks Kekakuan Menggunakan Aplikasi Matlab. *Urnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Sipil*, 3(2).
Retrieved From [Http://E-Journals.Unmul.Ac.Id/Index.Php/TS/Article/View/3254](http://E-Journals.Unmul.Ac.Id/Index.Php/TS/Article/View/3254)
- Canonica, L. (1991). *Memahami Mekanika Teknik 1* (1st ed.). Bandung: Angkasa.
- Center, B. (2018). Apa Itu SAP2000? Retrieved from <https://bashoricenter.wordpress.com/2018/03/10/klik-dan-baca/>
- Dewobroto, W. (2005). Masih perlukah mempelajari Mekanika Teknik Klasik dalam Era Serba Komputer ?
- Dewobroto, W. (2014). *Pemanfaatan software Structural Analysis Program (SAP) sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah Analisis Struktur 1*.
- Frick, I. H. (1978). *Mekanika Teknik1 Statika dan Kegunaannya*. Semarang: Kanisius.
- Priyadi, W. R., & Pratama, G. N. I. P. (2016). Konfigurasi Batang Pada Perancangan Rangka Atap Bambu. *Inersia*, Xii(2).
- Software Design Dan Analisa Struktur Terbaik. (n.d.). Retrieved March 1, 2021, from <https://teknocal.com/588/software-sipil-dan-structure-terbaik/> T, Gunawan S, M. (n.d.).

Mekanika Teknik III. Jakarta: Delta Teknik Group.

Yusi, D. (2018). Tutorial Analisa Rangka Batang Menggunakan Sap2000. Retrieved from <https://dyjtutorial.blogspot.com/2018/12/tutorial-analisa-rangka-batang.html>

Zacoeb, A. (2014). Deformasi Konsisten.

Retrieved from <http://zacoeb.lecture.ub.ac.id/files/2014/10/11-Deformasi-Konsisten.pdf>.