



## PERANCANGAN PROGRAM ANALISIS STRUKTUR PORTAL BIDANG BERBASIS ANTARMUKA PENGGUNA GRAFIS

**Endryco Candyawan<sup>1</sup>, Richard Frans<sup>2\*</sup>, Hendry Tanoto Kalangi<sup>3</sup>**  
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik [1], Universitas Atma Jaya Makassar  
Jalan Tanjung Alang No.23  
(0411) 871038  
e-mail : richardfrans.rf@gmail.com

### Info Artikel

### Abstrak

#### Sejarah Artikel:

Diterima : Oktober 2022  
Disetujui : November 2022  
Dipublikasikan : Des 2022

#### Keywords:

*Plane frame structural analysis; graphical user interface; direct stiffness method; ENDSTRIS*

Perhitungan manual dalam analisis struktur terbilang rumit, menghabiskan waktu yang lama, dan rentan terjadi kesalahan dalam proses perhitungan. Meskipun sudah ada program analisis struktur yang canggih, tetapi belum tentu pengguna dapat mempelajari cara penggunaan program tersebut dengan mudah dan cepat. Oleh karena itu, dalam tulisan ini dirancang program analisis struktur untuk portal bidang. Tujuannya yaitu untuk membuat program yang diharapkan dapat *user friendly* sehingga dapat membuat pengguna lebih mudah dalam mempelajari dan menggunakan program tersebut. Program yang dirancang dalam tulisan ini menggunakan metode matriks kekakuan langsung. Program dibuat menggunakan aplikasi MATLAB R2017a dengan tampilan APG (Antarmuka Pengguna Grafis). Kemudian program diuji melalui dua contoh kasus, di antaranya struktur portal 3 batang dan struktur portal 2 lantai. Selain itu, program telah dibandingkan dengan SAP2000 v14. Dalam program ENDSTRIS ini, beberapa fitur yang dibuat yaitu perhitungan reaksi perletakan, gaya-gaya batang, deformasi (perpindahan dan rotasi), diagram momen, diagram geser, diagram normal dan garis elastisitas. Hasil analisis yang didapatkan dengan menggunakan ENDSTRIS tidak berbeda dengan hasil yang didapatkan dengan menggunakan perhitungan SAP2000 v14.

**Kata Kunci:** analisis struktur portal bidang, Antarmuka Pengguna Grafis, matriks kekakuan langsung, ENDSTRIS

### Abstract

*Manual calculations in structural analysis are complicated, time consuming and are prone to errors in the calculation process. Although there are sophisticated structural analysis programs, but the users may not easily and quickly learn how to use the program. Therefore, in this paper, a structural analysis program has been developed for plane frame structure so as called ENDSTRIS. The purpose is to create a program that is expected to be user friendly so that it can make it easier for user in learning and using the program.*

*The program is based on direct stiffness method. The program was created using MATLAB R2017a application with GUI (Graphical User Interface). The program was tested for 2 case studies. The first case study is 3 members plane frame structure, and the second case study is 2 stories plane frame structure. Moreover,*

---

*the result of the program has been compared with SAP2000 v14. In ENDSTRIS, some features were created which are bearing reactions calculations, internal forces, deformations (displacements and rotations), Bending Moment Diagram, Shear Forces Diagram, Normal Forces Diagram and Elastic Curve. All the result obtained by ENDSTRIS has no difference with SAP2000 v14.*

© 2022

Universitas Abdurrah

---

✉ Alamat korespondensi:

Jalan Tanjung Alang No.23, Makassar, 90244

Email: richardfrans.rf@gmail.com

ISSN 2527-7073

## PENDAHULUAN

Portal merupakan struktur rangka utama dari gedung yang terdiri atas komponen-komponen balok dan kolom yang saling bertemu pada titik-titik simpul (buhul) dan berfungsi sebagai penahan beban dari gedung. Dalam merencanakan struktur perlu adanya hitungan analisis struktur untuk mengetahui besarnya gaya dan momen yang terjadi pada portal akibat beban-beban yang bekerja. Dari hitungan analisis struktur tersebut dapat ditentukan besarnya dimensi balok, kolom, sloof, plat, pondasi serta menentukan sambungan yang diperlukan [1]. Perhitungan manual dalam analisis struktur terbilang cukup rumit, menghabiskan waktu yang lama, dan rentan terjadi kesalahan dalam proses perhitungan. Saat ini sudah ada beberapa program analisis struktur yang banyak digunakan dalam perancangan suatu struktur, seperti SAP2000, ETABS, STAAD, dan sebagainya. Dengan program-program tersebut, perhitungan analisis struktur dapat dilakukan dengan mudah, cepat, dan tepat oleh komputer. Meskipun sudah ada program yang canggih tersebut, tetapi belum tentu pengguna dapat mempelajari cara penggunaan program tersebut dengan mudah dan cepat. Secanggih apapun program jika digunakan oleh orang yang bukan ahli bisa menjadi masalah. Oleh karena itu, diperlukan sebuah program yang selain menghasilkan output dengan cepat dan tepat, juga mudah dipelajari dan digunakan. Maka itu dipilih aplikasi MATLAB (*Matrix Laboratory*) untuk membuat program, dengan menggunakan tampilan GUI (*Graphic User Interface*) atau APG (Antarmuka Pengguna Grafis) agar lebih menarik dan mudah untuk digunakan [2,3]. Dalam hal ini, metode analisis struktur yang digunakan adalah metode matriks kekakuan langsung [4] karena langkah-langkah analisis pada metode ini sangat sistematis dan terpolo sehingga mudah diprogramkan oleh komputer. Perangkat lunak untuk analisis struktur yang populer saat ini, seperti SAP2000, ETABS, dan STAAD menggunakan metode matriks kekakuan sebagai dasar hitungannya [5].

Dengan demikian, diharapkan program yang dirancang lebih mudah untuk dipelajari dan digunakan dibanding dengan program-program yang sudah ada sehingga membuat pengguna lebih *user friendly* dalam menggunakan program tersebut. Selain itu, hasil analisis dari program

yang dirancang dapat menjadi salah satu pembanding dengan program lain sehingga dapat meningkatkan kepercayaan atas hasil yang didapatkan.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini, yaitu:

1. Merancang program analisis struktur portal bidang yang dapat berfungsi dengan baik dan mudah digunakan (*user friendly*).
2. Menghasilkan output dari program analisis struktur portal bidang yang dapat dijadikan sebagai pembanding dengan program lain.

## TINJAUAN PUSTAKA

Materi mengenai analisis struktur dengan metode matriks kekakuan dijelaskan oleh [5]. Dalam buku ini diberikan penjelasan dari konsep dasar dalam analisis struktur, dasar-dasar metode matriks kekakuan, penerapannya pada struktur rangka bidang dan portal bidang, dan penggunaannya pada sendi batang (pin), daerah kaku, pengaruh deformasi geser [6,7] dan tumpuan pegas. [8] menjelaskan cara pembuatan program analisis struktur dengan metode kekakuan menggunakan program MATLAB dan FreeMat. Buku ini membahas dari pengantar dan latar belakang pentingnya pemrograman analisis struktur dengan komputer, dasar-dasar analisis struktur dengan metode kekakuan, pengembangan program, dan penerapan program yang digunakan untuk analisis struktur. Pada bagian penerapan program, hasil analisis dibandingkan dengan program ETABS Nonlinier. Hasil perbandingan menunjukkan kesesuaian yang baik antara program yang dikembangkan dengan program ETABS Nonlinier.

[9] membahas mengenai pembuatan aplikasi analisis struktur rangka batang bidang berbasis Antarmuka Pengguna Grafis. Pada penelitian ini, suatu struktur rangka batang bidang dianalisis dengan menggunakan metode matriks kekakuan yang dikembangkan ke dalam program MATLAB R2014a yang mempunyai tampilan sederhana dan mudah digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa program dapat menganalisis perletakan, gaya-gaya batang dan perpindahan yang terjadi pada struktur rangka batang bidang dengan baik, dan pengecekan program dilakukan dengan cara membandingkan hasil analisis yang diperoleh dengan ETABS versi 2016. Hasil analisis dari program yang dibuat tidak berbeda dengan hasil ETABS versi 2016.

[10] mengembangkan website untuk pembelajaran analisis struktur rangka dengan metode kekakuan langsung. Menurut jurnal penelitian tersebut, dibutuhkan website edukatif dan interaktif yang dapat membantu pemahaman dalam perkuliahan. Pemilihan metode kekakuan langsung dilakukan karena metode ini merupakan implementasi dasar dan praktis untuk metode elemen hingga berbasis perpindahan. Di samping itu, metode ini secara de facto telah menjadi metode standar pada software komersial untuk analisis struktur. Sementara itu, algoritma

perhitungan akan diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman HTML, PHP, JavaScript, dan jQuery. Dari hasil program, diketahui bahwa secara umum program sudah dapat membantu perhitungan analisis struktur rangka, termasuk pada struktur yang tidak stabil.

Alat bantu alternatif untuk perhitungan analisis struktur rangka bidang dengan metode kekakuan menggunakan Microsoft Excel dibuat oleh [11]. Kemudian dilakukan perbandingan hasil perhitungan dengan output aplikasi lain. Hasil perhitungan dari enam jenis struktur rangka antara program bantu alternatif dengan program aplikasi lain, memberikan perbedaan yang sangat kecil sehingga dapat disimpulkan bahwa program bantu alternatif dapat digunakan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Persiapan**

Persiapan meliputi segala hal yang diperlukan dalam proses pembuatan program termasuk komputer dan aplikasi yang digunakan untuk membuat program. Aplikasi yang akan digunakan untuk membuat program yaitu *MATLAB*.

### **Penyusunan *Flowchart* Program**

Penyusunan *Flowchart* Program dilakukan agar mempermudah dalam menyusun urutan atau langkah-langkah serta hubungan antar proses dari program. *Flowchart* yang dibuat meliputi langkah-langkah analisis struktur dengan metode matriks kekakuan.

### **Pembuatan Kode Program**

Pembuatan kode program (*coding*) dilakukan di dalam aplikasi *MATLAB*. Langkah-langkah analisis struktur dengan metode matriks kekakuan akan dibuat algoritmanya di dalam *MATLAB*.

### **Perancangan Tampilan APG**

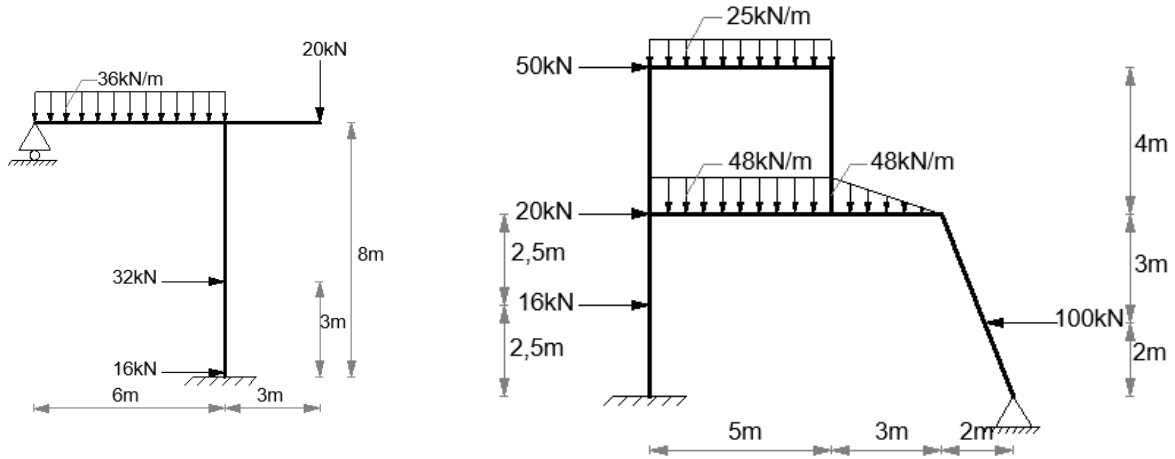
Setelah pembuatan kode program selesai, selanjutnya akan dibuat tampilan APG (Antarmuka Pengguna Grafis) dari program tersebut agar memiliki tampilan yang menarik dan mudah untuk digunakan.

### **Pengujian Program**

Program yang sudah dibuat akan dijalankan untuk diperiksa apakah program berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian ini dilakukan untuk mengecek jika terdapat kesalahan pada program yang telah dibuat sehingga dapat segera diperbaiki. Program yang telah selesai dibuat kemudian diuji melalui beberapa contoh kasus. Terakhir untuk validasi, hasil analisisnya akan dibandingkan dengan aplikasi lain, yaitu SAP2000 v14.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**STUDI KASUS**

Terdapat 2 kasus yang akan dianalisis pada tulisan ini, yaitu:

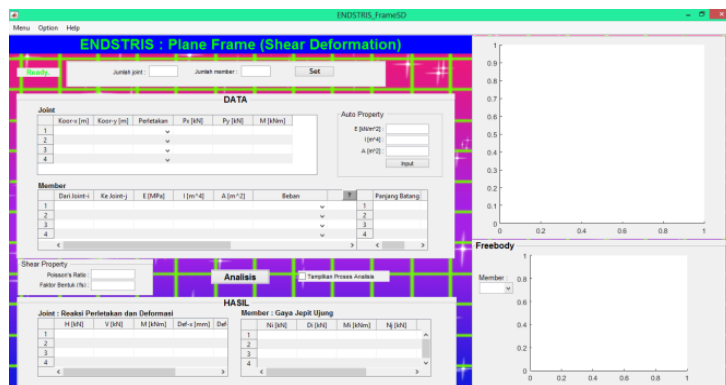
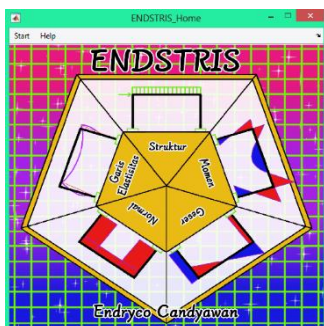


Gambar 1. (a) Struktur portal bidang 3 batang, (b) Struktur portal bidang 2 lantai

**Analisis Menggunakan Program ENDSTRIS**

Program yang dikembangkan yaitu program untuk menghitung analisis struktur, dengan hasil berupa nilai reaksi perletakan, gaya-gaya batang, deformasi (perpindahan/*displacement* dan rotasi), gambar *Freebody* setiap batang, Diagram MDN (Momen-Geser-Normal), gambar Garis Elastisitas, serta jika diinginkan, program ini juga dapat menampilkan proses perhitungan analisis struktur menggunakan metode matriks kekakuan langsung, gaya-gaya dalam (GGD), dan Metode *Double Integral* [12, 13] hingga didapatkan nilai-nilai hasil tersebut. Program yang dikembangkan menggunakan *GUIDE MATLAB* ini kemudian diberi nama *ENDSTRIS*.

Tampilan awal dari Program *ENDSTRIS* dapat dilihat pada Gambar 2 (a). Untuk saat ini, program hanya dapat menganalisis struktur portal bidang yang kemudian akan diuji dalam tulisan ini. Untuk keperluan validasi, agar hasil yang diperoleh lebih mendekati dengan hasil eksaknya, maka contoh kasus dalam tulisan ini akan dikerjakan dengan memperhitungkan Deformasi Geser. Jadi pilih *Start – Frame (Shear Def.)* untuk menghitung portal bidang dengan memperhitungkan Deformasi Geser. Setelah itu, akan muncul tampilan seperti pada Gambar 2 (b).



Gambar 2. (a) Tampilan awal program ENDSTRIS, (b) Tampilan analisis portal bidang dengan deformasi geser pada ENDSTRIS

**Perbandingan Hasil dan Pembahasan**

Untuk validasi, hasil analisis dari Program *ENDSTRIS* akan dibandingkan dengan *SAP2000 v14*.

**Kasus 1, Struktur Portal Bidang 3 Batang**

Tabel 1 sampai tabel 3 menunjukkan perbandingan antara hasil yang didapatkan dengan program *ENDSTRIS* dan *SAP2000 v14* untuk studi kasus pertama, yaitu struktur portal bidang 3 batang. Berdasarkan tabel tersebut, tidak terdapat selisih antara program *ENDSTRIS* dan *SAP2000 v14* baik untuk hasil perhitungan reaksi perletakan, deformasi dan gaya-gaya batang. Hal ini juga digambarkan pada visualisasi nilai deformasi dan gaya-gaya batang pada Gambar 3 sampai Gambar 6.

Tabel 1. Perbandingan hasil reaksi perletakan kasus 1

Titik	Perletakan	Reaksi	<i>ENDSTRIS</i>	<i>SAP2000</i>	Selisih
1	Rol (Vertikal)	<i>H</i> [kN]	0	0	0
		<i>V</i> [kN]	89,837	89,837	0
		<i>M</i> [kN·m]	0	0	0
4	Jepit	<i>H</i> [kN]	-48	-48	0
		<i>V</i> [kN]	146,163	146,163	0
		<i>M*</i> [kN·m]	47,0211	-47,0211	0

Keterangan:

*H* : reaksi horizontal

*V* : reaksi vertikal

*M* : reaksi momen

\*Perbedaan tanda pada *M* terjadi karena adanya perbedaan perjanjian tanda yang diambil.

Tabel 2. Perbandingan hasil deformasi kasus 1

Titik	Deformasi	<i>ENDSTRIS</i>	<i>SAP2000</i>	Selisih
1	$\Delta_x$ [m]	-0,017364	-0,017364	0
	$\Delta_y$ [m]	0	0	0
	$\theta^*$ [rad]	-0,016038	0,016038	0
2	$\Delta_x$ [m]	-0,017364	-0,017364	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,000487	-0,000487	0
	$\theta^*$ [rad]	0,007745	-0,07745	0
3	$\Delta_x$ [m]	-0,017364	-0,017364	0
	$\Delta_y$ [m]	0,009318	0,009318	0
	$\theta^*$ [rad]	0,001078	-0,001078	0
4	$\Delta_x$ [m]	0	0	0
	$\Delta_y$ [m]	0	0	0
	$\theta^*$ [rad]	0	0	0

Keterangan:

$\Delta_x$  : translasi-x

$\Delta_y$  : translasi-y

$\theta$  : rotasi

\*Perbedaan tanda pada  $\theta$  terjadi karena adanya perbedaan perjanjian tanda yang diambil.

Tabel 3. Perbandingan hasil gaya-gaya batang kasus 1

Batang	Titik	Gaya	ENDSTRIS	SAP2000	Selisih
1	1	$N^*$ [kN]	0	0	0
		$D^*$ [kN]	89,837	89,837	0
		$M^*$ [kN·m]	0	0	0
	2	$N^*$ [kN]	0	0	0
		$D^*$ [kN]	126,163	126,163	0
		$M^*$ [kN·m]	-108,9789	108,9789	0
2	2	$N^*$ [kN]	0	0	0
		$D^*$ [kN]	20	20	0
		$M^*$ [kN·m]	60	-60	0
	3	$N^*$ [kN]	0	0	0
		$D^*$ [kN]	-20	-20	0
		$M^*$ [kN·m]	0	0	0
3	4	$N^*$ [kN]	146,163	146,163	0
		$D^*$ [kN]	32	-32	0
		$M^*$ [kN·m]	47,0211	-47,0211	0
	2	$N^*$ [kN]	-146,163	-146,163	0
		$D^*$ [kN]	0	0	0
		$M^*$ [kN·m]	48,9789	-48,9789	0

Keterangan:

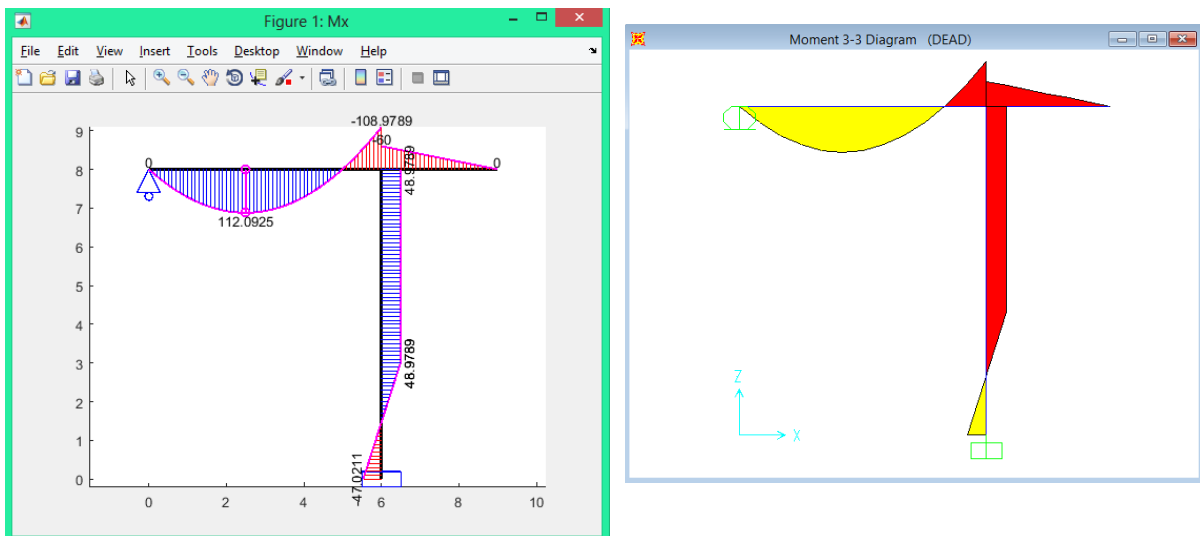
$N$ : gaya normal

$D$ : gaya geser

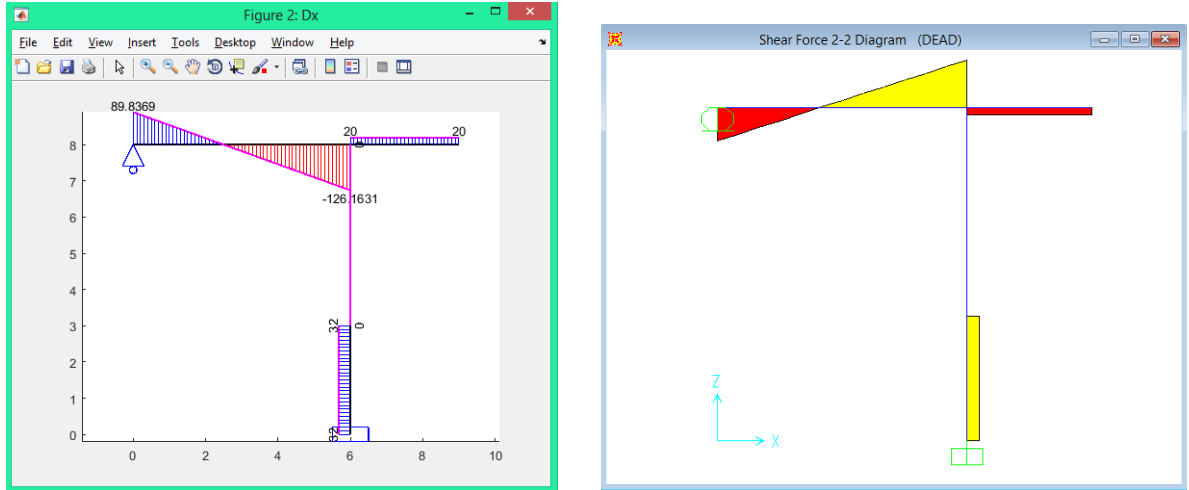
$M$ : momen

\*Perbedaan tanda pada  $M$  terjadi karena adanya perbedaan perjanjian tanda yang diambil.

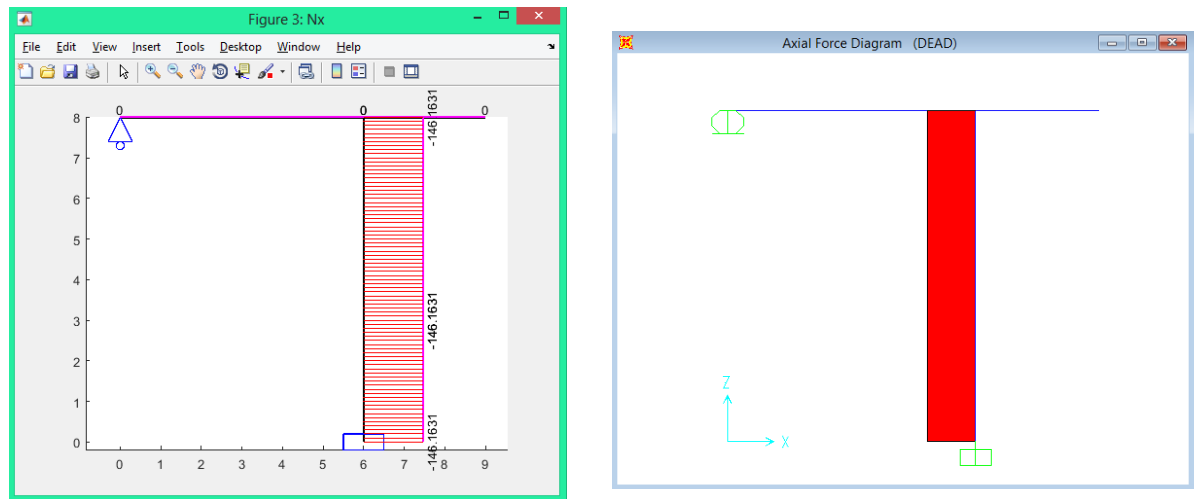
\*Perbedaan tanda pada  $D$  dan  $N$  terjadi karena adanya perbedaan sumbu yang digunakan (*ENDSTRIS* sumbu lokal, *SAP2000* sumbu global).



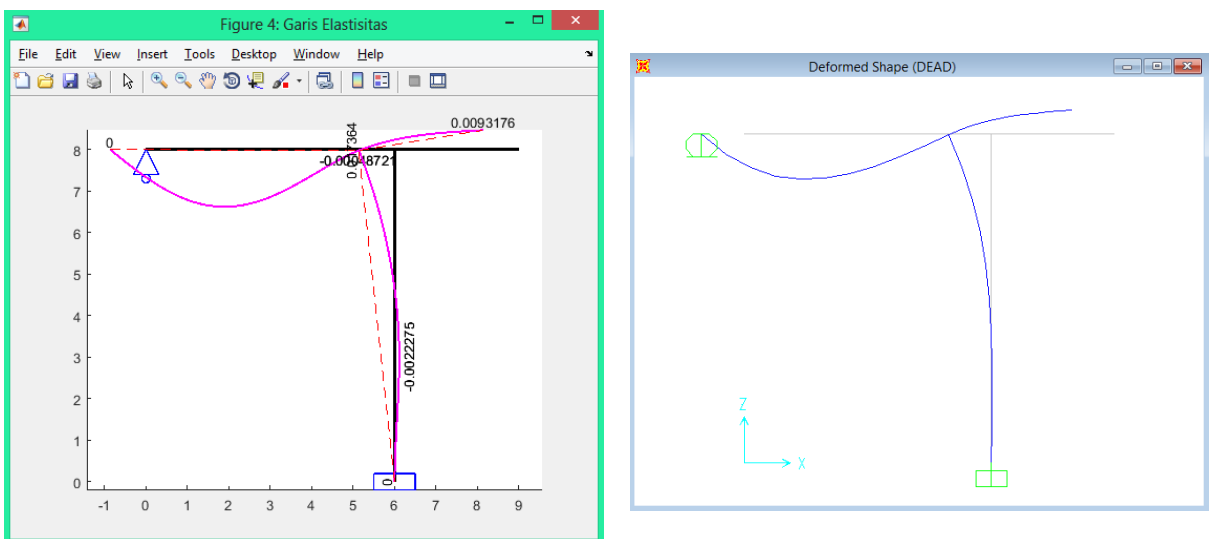
Gambar 3. Perbandingan diagram momen *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 1



Gambar 4. Perbandingan diagram geser *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 1



Gambar 5. Perbandingan diagram normal *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 1



Gambar 6. Perbandingan diagram normal *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 1



## Kasus 2, Struktur Portal Bidang 2 Lantai

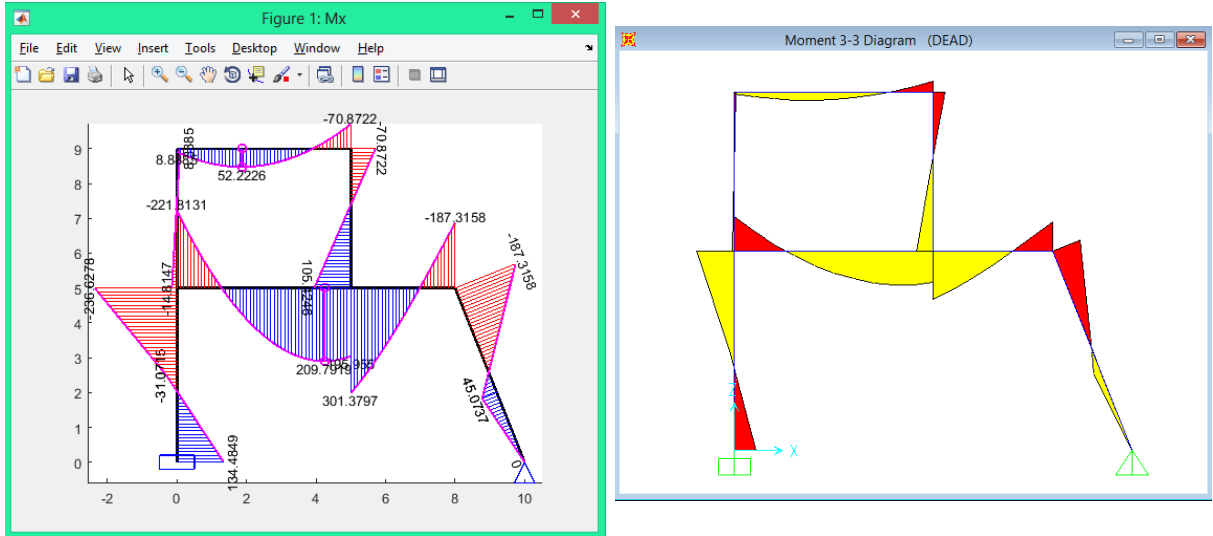
Tabel 4 dan tabel 5 menunjukkan perbandingan antara hasil yang didapatkan dengan program ENDSTRIS dan SAP2000 v14 untuk studi kasus kedua, yaitu struktur portal bidang 2 lantai, akan tetapi dikarenakan keterbatasan jumlah halaman, maka hanya perbandingan hasil reaksi perletakan dan deformasi saja yang ditampilkan. Sama halnya dengan studi kasus pertama, tidak terdapat selisih antara program ENDSTRIS dan SAP2000 v14 baik untuk hasil perhitungan reaksi perletakan, deformasi dan gaya-gaya batang. Hal ini juga digambarkan pada visualisasi nilai deformasi dan gaya-gaya batang pada Gambar 7 sampai Gambar 10.

Tabel 4. Perbandingan hasil reaksi perletakan kasus 2

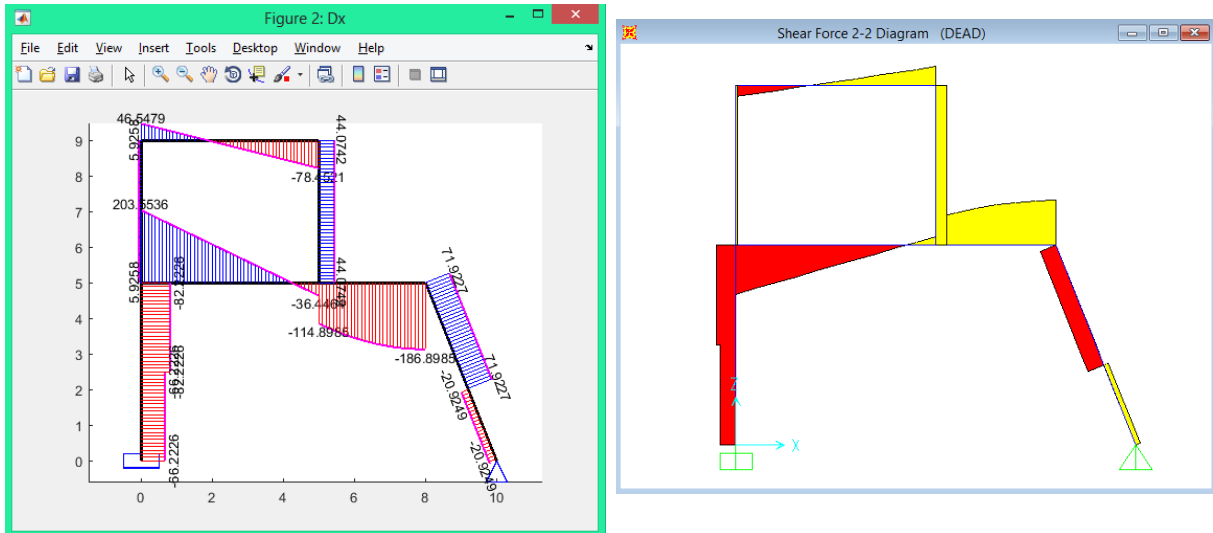
Titik	Perletakan	Reaksi	ENDSTRIS	SAP2000	Selisih
1	Jepit	$H$ [kN]	66,223	66,223	0
		$V$ [kN]	250,101	20,101	0
		$M$ [kN·m]	-134,4849	134,4849	0
5	Sendi	$H$ [kN]	-52,223	-52,223	0
		$V$ [kN]	186,899	186,899	0
		$M$ [kN·m]	0	0	0

Tabel 5. Perbandingan hasil deformasi kasus 2

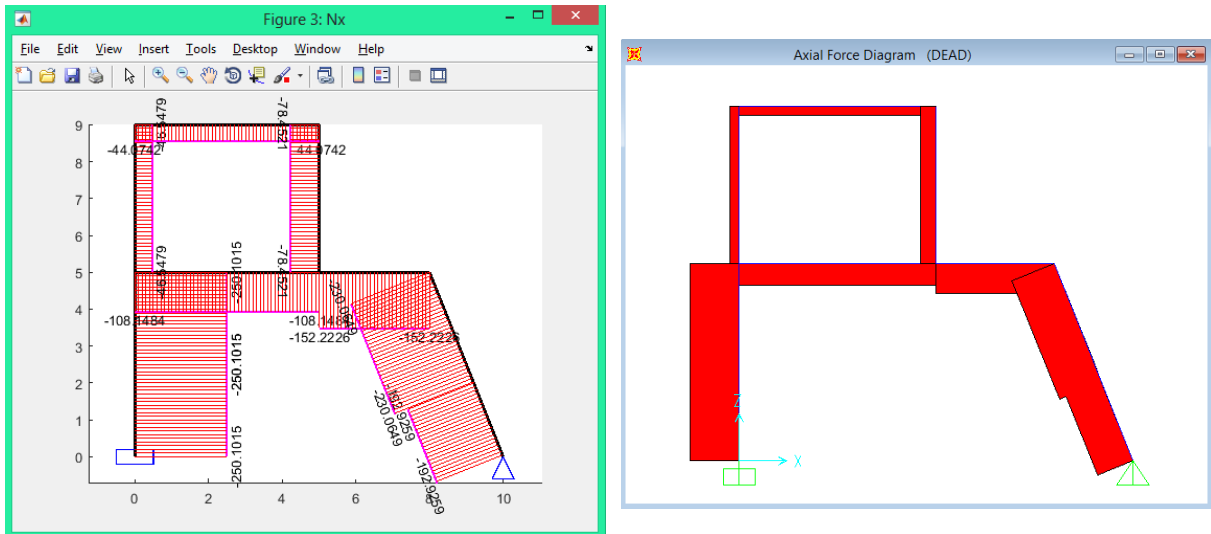
Titik	Deformasi	ENDSTRIS	SAP2000	Selisih
1	$\Delta_x$ [m]	0	0	0
	$\Delta_y$ [m]	0	0	0
	$\theta$ [rad]	0	0	0
2	$\Delta_x$ [m]	-0,005461	-0,005461	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,000333	-0,000333	0
	$\theta$ [rad]	-0,004096	0,004096	0
3	$\Delta_x$ [m]	-0,005614	-0,005614	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,01818	-0,01818	0
	$\theta$ [rad]	0,001832	-0,001832	0
4	$\Delta_x$ [m]	-0,005744	-0,005744	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,002629	-0,002629	0
	$\theta$ [rad]	0,004897	-0,004897	0
5	$\Delta_x$ [m]	0	0	0
	$\Delta_y$ [m]	0	0	0
	$\theta$ [rad]	0,001282	-0,001282	0
6	$\Delta_x$ [m]	0,015058	0,015058	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,000436	-0,000436	0
	$\theta$ [rad]	-0,004974	0,004974	0
7	$\Delta_x$ [m]	0,014985	0,014985	0
	$\Delta_y$ [m]	-0,018355	-0,018355	0
	$\theta$ [rad]	-0,003287	0,003287	0



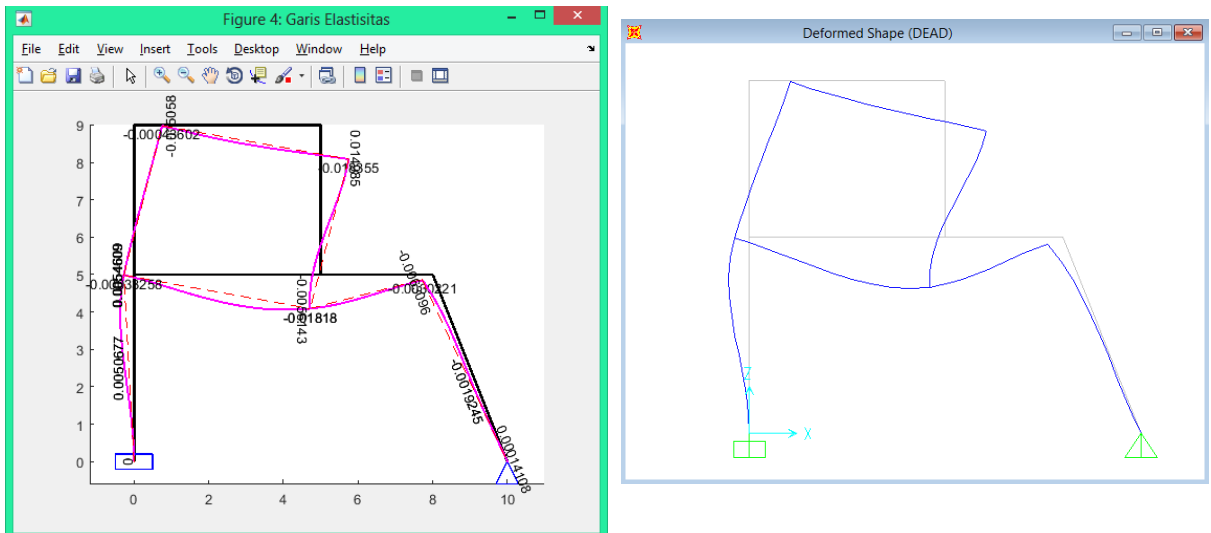
Gambar 7. Perbandingan diagram momen *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 2



Gambar 8. Perbandingan diagram geser *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 2



Gambar 9. Perbandingan diagram normal *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 2



Gambar 10. Perbandingan diagram normal *ENDSTRIS* dan *SAP2000* pada kasus 2

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dari program yang telah dibuat bernama *ENDSTRIS*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Program dapat menganalisis berbagai model bentuk portal bidang dan beberapa jenis beban dengan mudah dan cepat.
2. Program dapat menganalisis reaksi perletakan, gaya-gaya batang, deformasi struktur, hingga menampilkan diagram MDN, garis elastisitas, dan proses perhitungan untuk portal bidang dengan baik.
3. Hasil analisis antara program dengan *SAP2000* menunjukkan hasil yang tidak berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hibbeler, R.C. *Structural Analysis Eighth Edition*. New Jersey: Prentice Hall, 2012.
- [2] MathWorks. *Getting Started with MATLAB*. USA: The MathWorks, Inc, 2015.
- [3] MathWorks. *MATLAB Creating Graphical User Interface*. USA: The MathWorks, Inc, 2015.
- [4] Boen, T. dan Supartono, F.X. *Analisa Struktur dengan Metode Matrix*. Jakarta: Universitas Indonesia-Press (UI-Press), 1987
- [5] Arfiadi, Y. *Analisa Struktur dengan Metode Matriks Kekakuan*. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka, 2011.
- [6] Daszkiewicz, K. *The Influence of Shear Deformation in Analysis of Plane Frames. W: Current Scientific Challenges in Concrete and Steel Structures and Concrete Technology*, 25-32, 2011.
- [7] Chavarria, S.L., Elizondo, M.M., Kalashnikov, V.V., dan Rojas, A.L. "A Mathematical Mode of Elastic Curve for Simply Supported Beams Subjected to A Concentrated Load Taking into Account The Shear Deformation". *International Journal of Innovative, Computing, Information and Control*, Vol.12, No.1, 2016.
- [8] Arfiadi, Y. *Analisa Struktur dengan Program Matlab dan Freemat*. Yogyakarta: Cahaya Atma Pustaka, 2016.
- [9] Frans, R., Tjiwanda, A.A., Kalangi, H., Thioritz, S. dan Mursalim. "Pengembangan Aplikasi Analisis Struktur Rangka Batang Bidang Berbasis Antarmuka Pengguna Grafis". *Journal Of Natural Science and Technology*, Vol. 2, No. 2, 2022.
- [10] Virgin, S., Soekresno, F., Tjong, W.F. dan Liliana. "Pengembangan Website untuk Pembelajaran Analisis Struktur Rangka dengan Metode Kekakuan Langsung". *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Vol. 3, No. 1, 2014.
- [11] Harahap, J.T., Sumajouw, M.D.J., dan Wallah, S.E. "Analisis Struktur Rangka Cara Kekakuan: Sebagai Alat Bantu Alternatif Dalam Perhitungan Struktur". *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, Vol. 6, No. 3, 2016.
- [12] Kassimali, A. *Structural Analysis Fourth Edition*. Boston: Cengage Learning, 2011.
- [13] Kassimali, A. *Matrix Analysis of Structures Second Edition*. Boston: Cengage Learning, 2012.