

BAB IV

APLIKASI CAESAR II 2016

4.1 Definisi Caesar

CAESAR merupakan sebuah program komputer ciptaan *Integrgraph Inc.* yang memiliki fungsi untuk menganalisis tegangan pada pipa atau sistem perpipaan. Cara kerja *software* ini yaitu dengan memodelkan sebuah sistem perpipaan sesuai data yang kita masukan dan caesar akan menampilkan *dosplacement*, tegangan, momen dan gaya, dll pada sistem perpipaan sesuai hasil perhitungan. Program *CAESAR* juga dapat membandingkan hasil perhitungan tegangan tersebut dengan kode ataupun standar yang digunakan dalam sistem perpipaan tersebut. Beberapa standar yang ada di aplikasi ini yaitu *ANSI/ASME*, *JIS*, dan *DIN*.

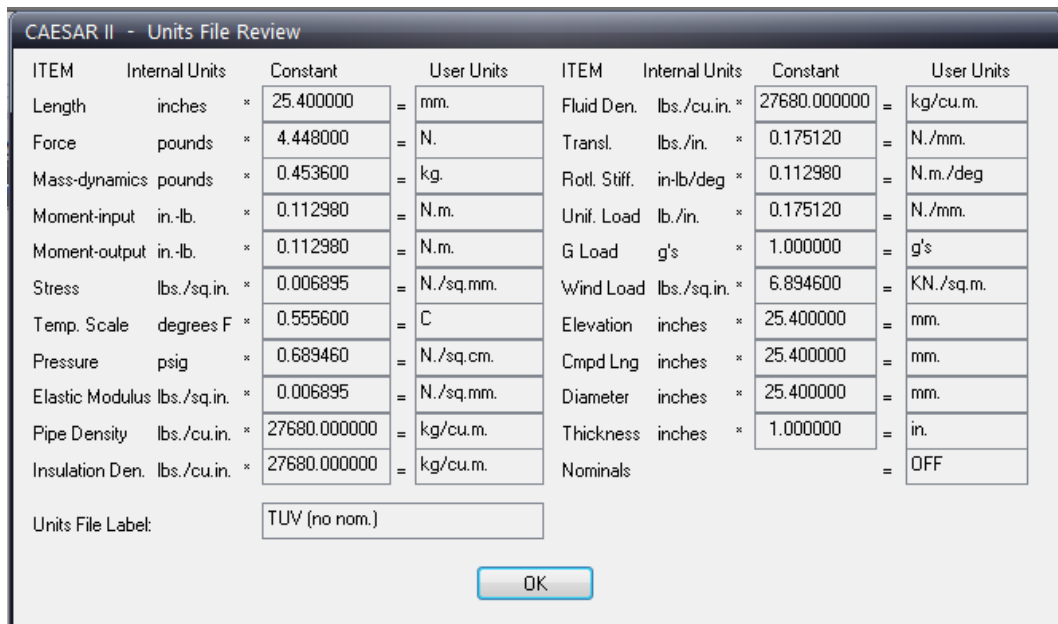
4.2 Permodelan Sistem Perpipaan

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam membuat model sistem perpipaan.

1. Pengaturan Satuan Unit

Untuk membuat model sistem perpipaan satuan unit perlu ditentukan terlebih dahulu untuk mempermudah melakukan perhitungan. Ada beberapa jenis satuan yang tersedia di aplikasi *CAESAR II 2016*, yaitu *BAR*, *DEUTCH*, *ENGLISH*, *FRANCE*, *JAPAN*, *MM*, *SI*, dan *TUV*. Cara menentukan satuan yang akan digunakan yaitu dengan me

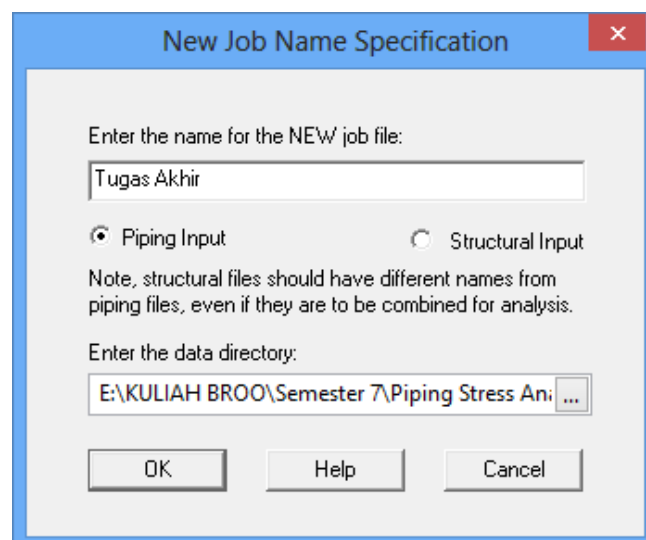
Selain jenis satuan yang sudah disebutkan sebelumnya, user bisa menentukan jenis satuan sesuai keinginan dan mempermudah permodelan. Gambar di bawah ini menunjukkan pengaturan satuan unit pada *CAESAR II 2016*



Gambar 4.1 Tampilan sistem unit pada CAESAR II 2016

2. New file

Untuk membuat file baru pada aplikasi *CAESAR II 2016* yaitu dengan menu *new job* atau *new*, lalu memasukan nama file dan letak file tersebut. Terdapat 2 pilihan untuk membuat permodelan yaitu *piping input* dan *structural input* seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *New file*

3. Data Input Pipa

Data input ini berisi tentang segala spesifikasi tentang pipa yaitu diameter, tebal dinding, *mil* tolerance, faktor korosi, material, dan yang berkaitan dengan *insulation*. Pada menu ini juga dapat mengatur densitas, temperatur, dan tekanan fluida yang mengalir dalam sistem perpipaan tersebut yang akan berpengaruh dalam perhitungan. Gambar 4.3 menunjukkan data input yang terdapat pada *CAESAR II 2016*.

The screenshot displays the 'New file' dialog box in CAESAR II 2016. The 'From' field is set to 10 and 'To' to 20. The 'Diameter' is 24.0000 mm. The 'Material' is (103)A105. The 'Elastic Modulus (C)' is 2.0339E+007. The 'Poisson's Ratio' is 0.2920. The 'Temperature' is 110.0000. The 'Pressure' is 19.6200. The 'Allowable Stresses' section is expanded, showing a table of stress values (SH1 to SH9) and a 'Fatigue Curves...' button.

SH1:	SH2:	SH3:	SH4:	SH5:	SH6:	SH7:	SH8:	SH9:	F1:	F2:	F3:	F4:	F5:	F6:	F7:	F8:	F9:
15002.750	16064.418	16064.418	16064.418	16064.418	16064.418	16064.418	16064.418	16064.418									

Gambar 4.3 Tampilan Data Input Sistem Perpipaan.

4. Membuat Model

Setelah data input sudah dimasukan, *user* dapat membuat desain sistem perpipaan sesuai Gambar isometri jalur pipa yang kita buat. Terdapat beberapa fitur yang sering digunakan untuk memodelkan sistem perpipaan.

a. *Node*

Pembuatan desain/model sistem perpipaan dalam program mengacu pada titik koordinat yang disebut *node* disertai data masukan berupa panjang pipa seperti pada Gambar di bawah ini.

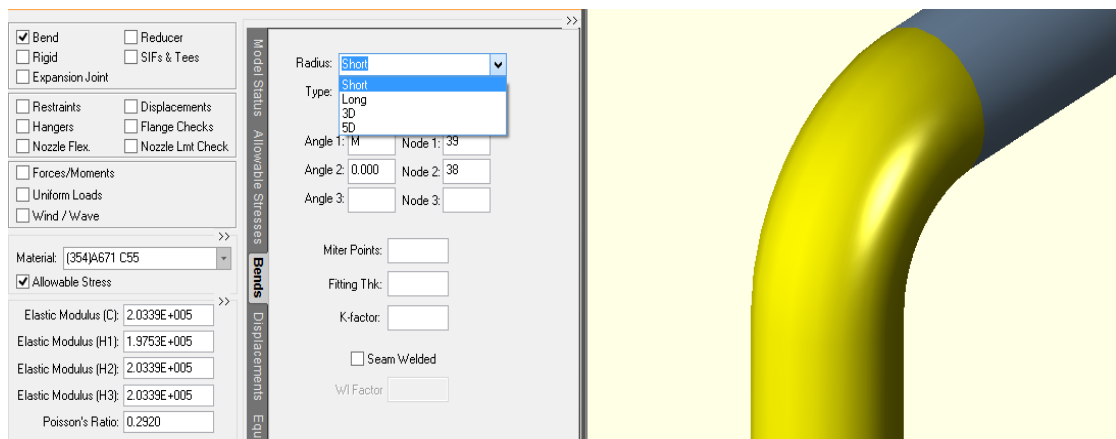
The image shows a software dialog box for defining a pipe node. It contains the following fields and options:

- From:** 10
- To:** 20
- DX:** (empty field)
- DY:** 157.000 mm
- DZ:** (empty field)
- Name:** (checkbox, unchecked)
- Offsets:** (checkbox, unchecked)

Gambar 4.4 *Node*

b. *Bend*

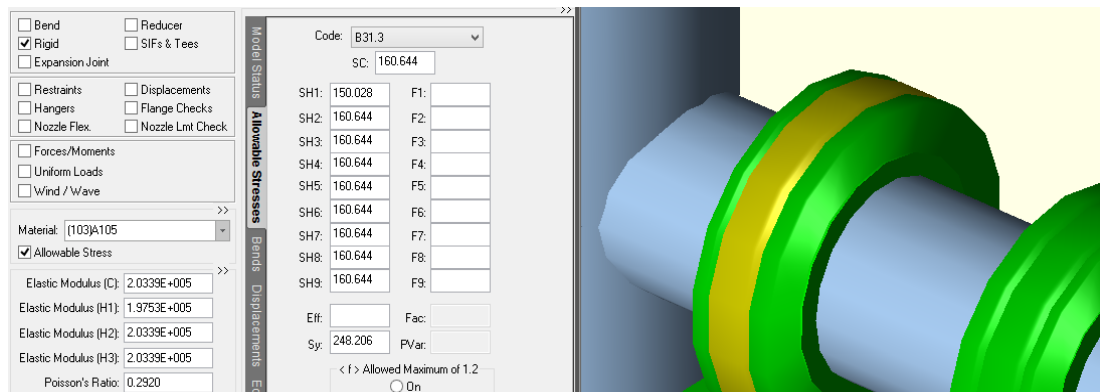
Bend memiliki fungsi yaitu sebagai elbow pada aplikasi ini. Terdapat 4 pilihan dalam penggunaan elbow yaitu *short radius*, *long radius*, 3D dan 5D seperti pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4.5 *Bend*

c. Rigid

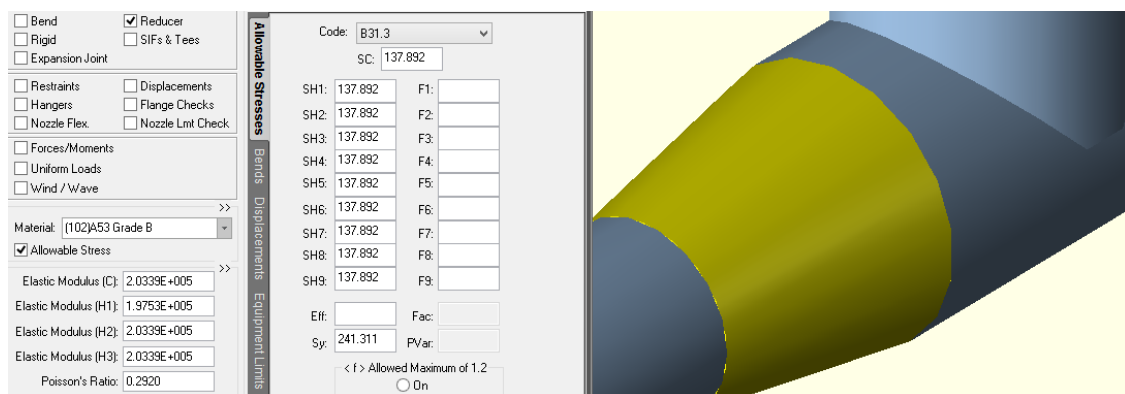
Fitur ini berfungsi untuk membuat semua komponen yang tidak bergerak seperti *flange* dan *valve* pada Gambar 4.6. Untuk menambahkan fitur ini *user* memerlukan data masukan berupa berat komponen tersebut.



Gambar 4.6 Rigid

d. Reducer

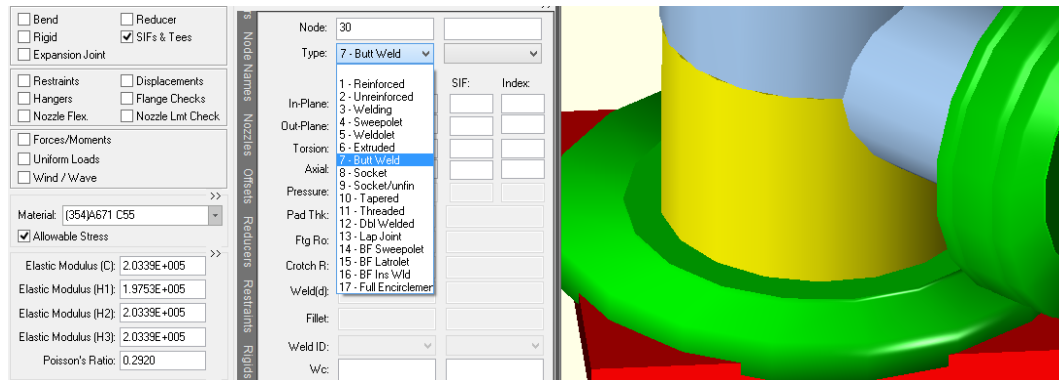
Fitur ini berguna untuk menambahkan komponen *reducer* pada sistem perpipaan dengan menambah data masukan berupa diameter dan tebal dinding ujung *reducer* pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4.7 Reducer

e. *SIF and Tees*

Fitur ini umumnya digunakan untuk menambahkan komponen *tee* pada sistem perpipaan. Terdapat beberapa jenis sambungan *tee* pada fitur ini seperti pada Gambar di bawah ini.

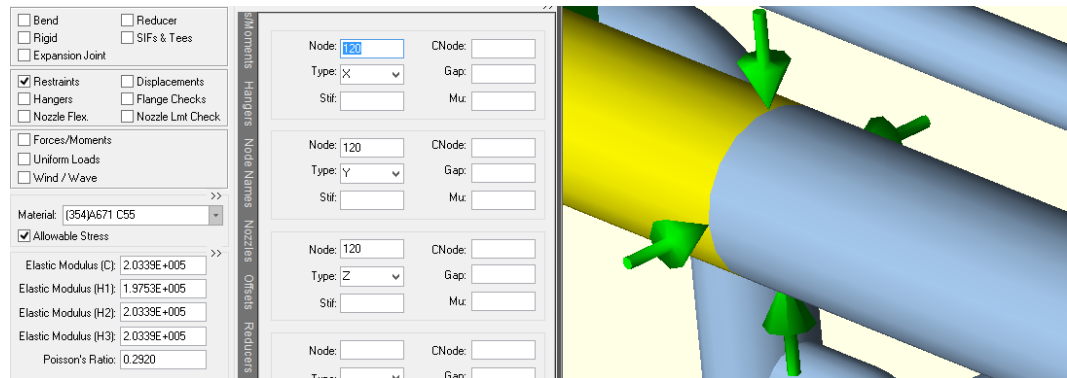


Gambar 4.8 *Tee*

f. *Restraint*

Fitur ini berfungsi untuk menambahkan fitur support beserta arah reaksinya. Ada beberapa tipe *restraint* yang tersedia dalam aplikasi *CAESAR II 2016* seperti pada Gambar 4.9 dan 4.10 di bawah ini.

- | | |
|---|------------------------|
| 1 - Anchor | ANC |
| 2 - Translational Double Acting | X, Y, or Z |
| 3 - Rotational Double Acting | RX, RY, or RZ |
| 4 - Guide, Double Acting | GUI |
| 5 - Double Acting Limit Stop | LIM |
| 6 - Translational Double Acting Snubber | XSNB, YSNB, ZSNB |
| 7 - Translational Directional | +X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z |
| 8 - Rotational Directional | +RX, -RX, +RY, etc. |
| 9 - Directional Limit Stop | +LIM, -LIM |
| 10 - Large Rotation Rod | XROD, YROD, ZROD |
| 11 - Translational Double Acting Bilinear | X2, Y2, Z2 |

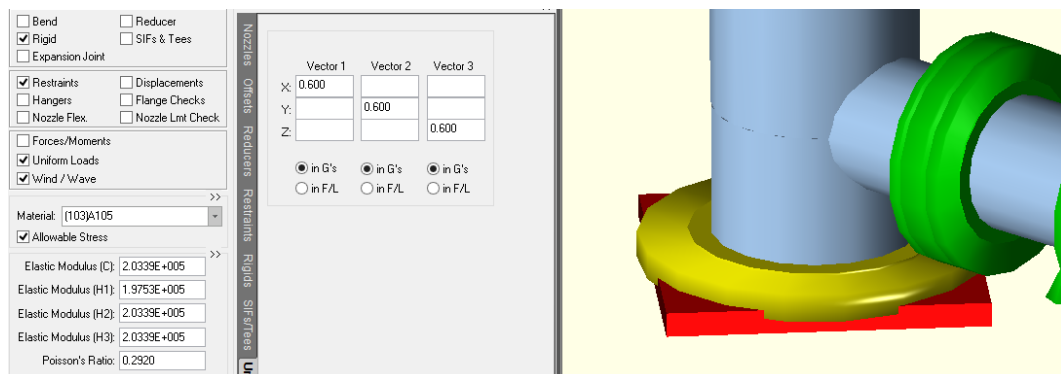
Gambar 4.9 Jenis *restraint* pada CAESAR II 2016Gambar 4.10 *Restraint* arah X,Y, dan Z

5. Menambahkan pembebanan

Ada beberapa jenis pembebanan yang dapat ditambahkan pada model sistem perpipaan, yaitu:

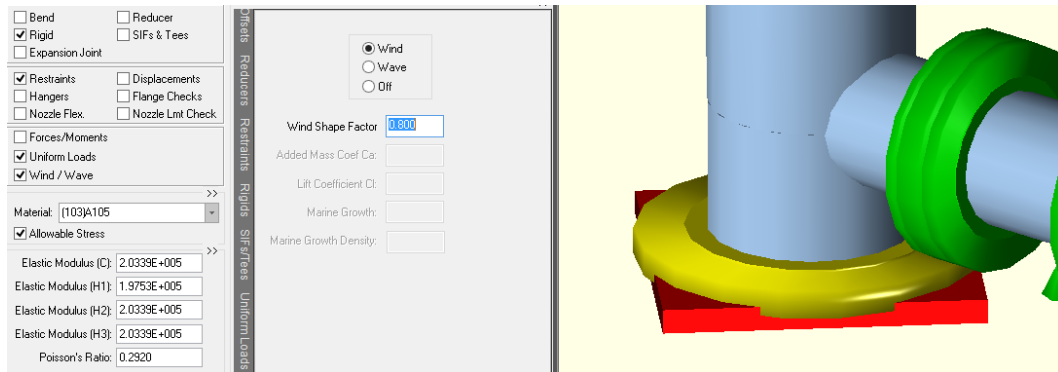
a. *Uniform load*

Fitur ini berfungsi untuk menambahkan pembebanan dinamik gempa. *User* menambahkan data masukan percepatan gempa dalam arah sumbu X, Y, dan Z seperti pada Gambar di bawah ini.

Gambar 4.11 *Uniform load*

b. *Wind /wave*

Fitur ini berfungsi untuk menambahkan pembebanan dinamik angin. *User* menambahkan data masukan *wind shape factor* seperti pada Gambar di bawah ini.



Gambar 4.12 *Wind /wave*

6. Mengatur *loadcase*

Dengan memilih ikon *edit static load cases* pada menu *tools* user bisa menambahkan jenis *loadcase* yang akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan aplikasi *CAESAR II 2016*. Tabel 4.1 menunjuka beberapa *loadcase* yang dapat ditentukan pada aplikasi ini.

Tabel 4.1 Jenis-jenis *loadcase* pada sistem perpipaan

Load Case	Load Case Description
1	L1 = WW+HP Case of hydrotest
2	L2 = W+T1+P1 (OPE) Operating Case at design conditions (T1)
3	L3 = W+T2+P1 (OPE) Operating Case at operating conditions (T2)
4	L4 = W+T3+P1 (OPE) Operating Case at operating conditions (T3)
5	L5 = W+T4+P1 (OPE) Operating Case at operating conditions (T4)
6	L6 = W+P1 (SUS) Case of sustained at cold design condition (P1)
7	L7 = U1 (OCC) Case of seismic acceleration in X direction
8	L8 = U2 (OCC) Case of seismic acceleration in Y direction
9	L9 = U3 (OCC) Case of seismic acceleration in Z direction
10	L10 = D1 (OCC) Case of seismic displacement in X direction
11	L11 = D2 (OCC) Case of seismic displacement in Y direction
12	L12 = D3 (OCC) Case of seismic displacement in Z direction
13	L13 = WIN1 (OCC) Wind in +X
14	L14 = WIN2 (OCC) Wind in +Y
15	L15 = F1 (OCC) Case of Static load (F1)
16	L16 = WNC (SUS) Case of Weight empty
17	L17 = T1 = L2 – L6 (EXP) Expansion at design condition.
18	L18 = T2 = L3 – L6 (EXP) Expansion at operating condition
19	L19 = T3 = L4 – L6 (EXP) Expansion at operating condition
20	L20 = T4 = L5 – L6 (EXP) Expansion at operating condition
21	L21 = U1+U2+U3 = L7+L8+L9 (OCC) Seismic acceleration combine all direction
22	L22 = D1+D2+D3 = L10+L11+L12 (OCC) Seismic displacement combine all direction
23	L23 = (L13,L14) (OCC) Maximum of wind Max(WIN1,WIN2)
24	L24 = W+P1+MAX(WIN1,WIN2) = L6+L23 (OCC) Maximum wind combine with sustained
25	L25 = W+P1+F1 = L6+L15 (OCC) Case of static load combine with dynamic
26	L26 = (L17,L18,L19,L20) (EXP) Maximum of thermal conditions Max(T1,T2)
27	L27 = L26+L22 (EXP) Combination of thermal conditions Max(T1,T2) and Seismic Displacement (D1+D2+D3)
28	L28 = W+P1+(U1+U2+U3) = L6+L21 (OCC) Case of seismic acceleration combine with sustained
29	L29 = (L2,L3) (OPE) Maximum of operating case Max(OPE1,OPE2)
30	L30 = L29+L23 (OPE) Combination of maximum operating case and maximum wind
31	L31 = L29+L21+L22 (OPE) Combination of maximum operating case and Seismic (Acceleration + Displacement)
32	L32 = L29+L15 (OPE) Combination of maximum operating case and Dynamic load (F1)

7. Pemeriksaan kesalahan pada model

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengecek apakah model sistem perpipaan yang telah dibuat ada yang tidak sesuai ketentuan standar tertentu. Pemeriksaan ini otomatis langsung ditampilkan saat mulai kalkulasi nilai tegangan ataupun bisa dengan manual dengan meng-*klik* ikon *start run* ataupun dari menu *File-Error*

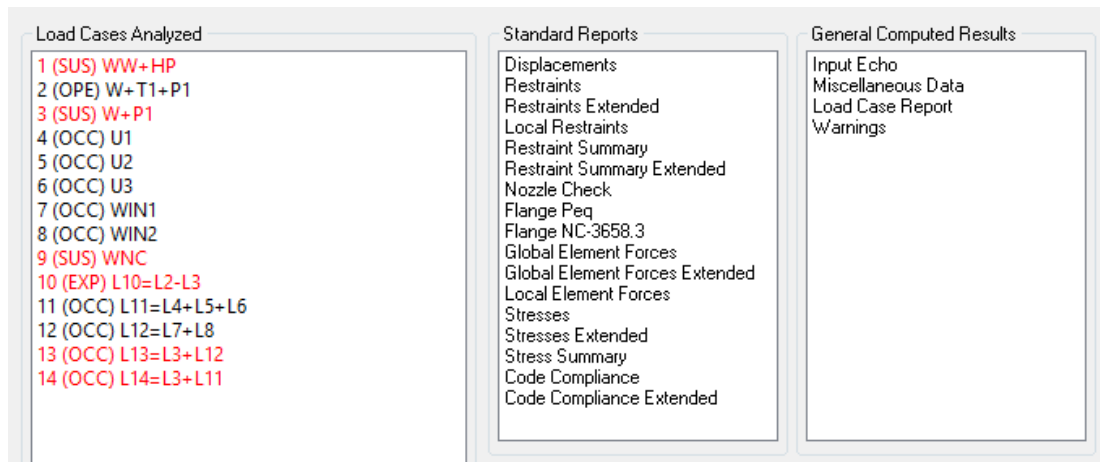
Check. Jika ada tulisan berwarna merah maka perlu dilakukan revisi pada *node* tersebut karena tidak sesuai standar. Gambar 4.13 menunjukkan tidak terdapatnya eror pada model.

	Message Type	Message Number	Element/ Node Number	Message Text																																				
18	WARNING	172E	460-470	On element 460 TO 470 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 15.514.																																				
19	WARNING	172E	220-230	On element 220 TO 230 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 19.136.																																				
20	WARNING	172E	340-350	On element 340 TO 350 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 15.514.																																				
21	WARNING	172E		The [WARNING 172E] count exceeded the specified displ limit of [5].																																				
22	NOTE			<p style="text-align: center;">CENTER OF GRAVITY REPORT</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="text-align: right;">Total Wght</th> <th style="text-align: right;">X cg</th> <th></th> </tr> <tr> <th></th> <th style="text-align: right;">N.</th> <th style="text-align: right;">mm.</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pipe</td> <td style="text-align: right;">4311362.0</td> <td style="text-align: right;">12819.4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Insulation</td> <td style="text-align: right;">25392.7</td> <td style="text-align: right;">9011.0</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>Refractory</td> <td style="text-align: right;">0.0</td> <td style="text-align: right;">0.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fluid</td> <td style="text-align: right;">1806.5</td> <td style="text-align: right;">9750.1</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td>Pipe+Ins+Rfrty</td> <td style="text-align: right;">4336757.5</td> <td style="text-align: right;">12797.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pipe+Fluid</td> <td style="text-align: right;">4313168.5</td> <td style="text-align: right;">12818.1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pipe+Ins+Rfrty+Fld:</td> <td style="text-align: right;">4338562.0</td> <td style="text-align: right;">12795.8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Total Wght	X cg			N.	mm.		Pipe	4311362.0	12819.4		Insulation	25392.7	9011.0	-	Refractory	0.0	0.0		Fluid	1806.5	9750.1	-	Pipe+Ins+Rfrty	4336757.5	12797.1		Pipe+Fluid	4313168.5	12818.1		Pipe+Ins+Rfrty+Fld:	4338562.0	12795.8	
	Total Wght	X cg																																						
	N.	mm.																																						
Pipe	4311362.0	12819.4																																						
Insulation	25392.7	9011.0	-																																					
Refractory	0.0	0.0																																						
Fluid	1806.5	9750.1	-																																					
Pipe+Ins+Rfrty	4336757.5	12797.1																																						
Pipe+Fluid	4313168.5	12818.1																																						
Pipe+Ins+Rfrty+Fld:	4338562.0	12795.8																																						

Gambar 4.13 Tampilan pemeriksaan kesalahan model

8. Kalkulasi Tegangan Pada Model

Setelah tidak terdapat eror pada model yang dibuat, kita langsung saja untuk melakukan kalkulasi dengan meng-*klik* ikon *batch run* atau pun dari *File-Batch Run*. Terdapat beberapa jenis *load case* yang terdapat pada sistem perpipaan tersebut sesuai dengan data yang telah dimasukkan pada program seperti pada Gambar 4.14 di bawah ini.



Gambar 4.14 Beberapa *loadcase* dan *standard reprot*s

9. Menganalisis Hasil

Setelah dilakukan kalkulasi hal perlu dilakukan adalah menganalisa hasil tegangan ataupun sejenisnya sesuai keperluan untuk mengetahui apakah model sistem perpipaan yang telah dibuat tegangan maksimumnya tidak melebihi tegangan ijin ataupun jenis *report* lainnya sesuai keperluan seperti Gambar 4.15.

```
(3)Stress Summary
CAESAR II 2016 Ver.8.00.00.5600, (Build 150930) Date: APR 9, 2018 Time: 22:21
Job Name: PIPING MODEL
Licensed To: SPLM: Edit company name in <system>\company.txt
STRESS SUMMARY REPORT: Highest Stresses Mini Statement
CASE 3 (SUS) W+P1

LOAD CASE DEFINITION KEY

CASE 3 (SUS) W+P1







Piping Code: B31.3 = B31.3 -2014, Feb 27, 2014

CODE STRESS CHECK FAILED : LOADCASE 3 (SUS) W+P1

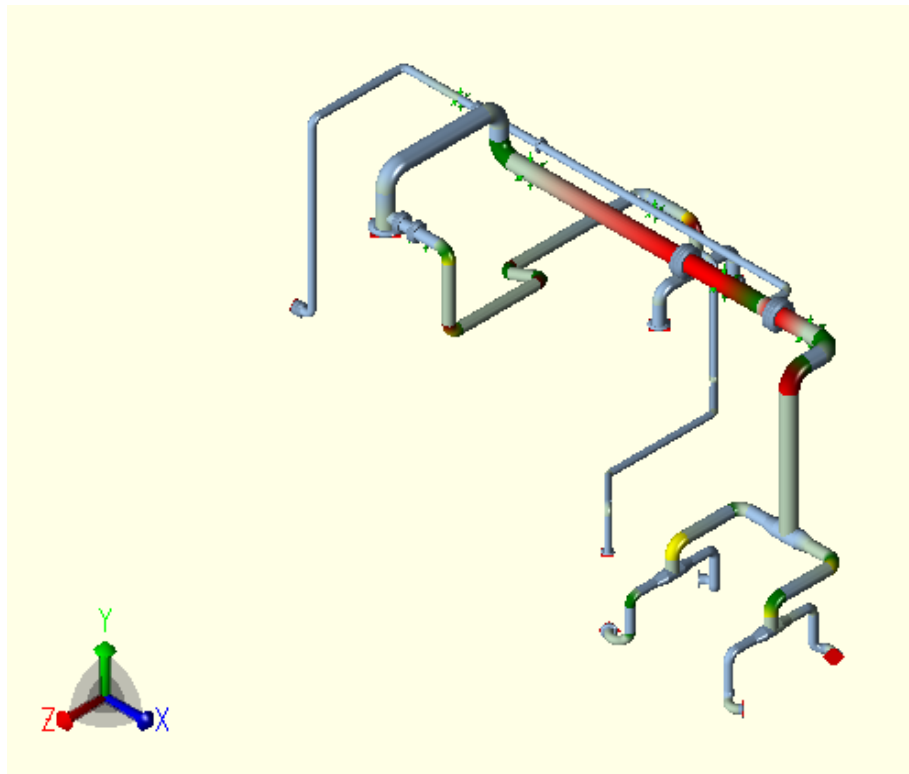
Highest Stresses: (N./sq.mm. ) LOADCASE 3 (SUS) W+P1
Ratio (%): 318.6 @Node 120
Code Stress: 398.0 Allowable Stress: 124.9
Axial Stress: 6.6 @Node 200
Bending Stress: 392.5 @Node 120
Torsion Stress: 7.1 @Node 719
Hoop Stress: 11.0 @Node 30
Max Stress Intensity: 398.0 @Node 120
```

Gambar 4.15 Contoh *stress report* pada *loadcase sustain stress*

Selain dengan membaca nilai tegangan dengan menggunakan *stress report*, menganalisa hasil tegangan juga bisa dilihat dari distribusi tegangan sesuai warna pada model tersebut, Gambar berikut ini merupakan keterangan masing-masing warna yang ada pada aplikasi *CAESAR II 2016* :

Hoops Legend	
Code Stress by Percent (%)	
Level 6	
> Percent, %	100
Color	 255; 0; 0
Level 5	
> Percent, %	80
Color	 128; 0; 0
Level 4	
> Percent, %	60
Color	 255; 255; 0
Level 3	
> Percent, %	40
Color	 0; 128; 0
Level 2	
> Percent, %	20
Color	 192; 220; 192
Level 1	
< Percent, %	20
Color	 166; 202; 240

Gambar 4.16 Keterangan warna yang menunjukkan rasio tegangan maksimum terhadap tegangan ijin jalur pipa



Gambar 4.17 Contoh distribusi tegangan pada model

Gambar 4.17 menunjukkan hasil visualisasi pemodelan sistem perpipaan dan distribusinya.