

DAFTAR PUSTAKA

Agung, Anak Adhi Suryawan. (2019). *Sistem Perpipaan di Kapal Laut pada Umumnya*. Indonesia: Universitas Udayana.

Alfansury, Munawar Siregar & Wawan Septiawan Damanik. (2020). *Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal*. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 166-174.

Aliyin, Achmad Musyafa & Indra Herlamba Siregar. (2015). *Pengaruh Jumlah Sudu Sentrifugal Impeller Terhadap Kapasitas dan Efisiensi Pompa Sentrifugal*. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(3), 136-144.

American Society of Mechanical Engineer. (2016). *ASME B31.4, Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries, ASME code for Pressure Piping*. U.S.A: The American Society of Mechanical Engineer.

Chamsudi. (2005). *Diktat Stress Piping Analysis*. Chamsudi Copyright.

Chuan, Liang., & Tsen Loong. (2009). *Pipe Stress Engineering*. Peng Engineering, Texas., U.S.A: ASME Press.

Ellenberger, Phillip. (2010). *Piping and Pipeline Calculation Manual: construction, design fabrication, and examination*. U.S.A: Elsevier Inc.

Fathar, Irwan. (2019). *Analisis Tegangan Pipa Bawah Tanah Proyek Pembangunan Stasiun Pengukur Gas Tomori Sulawesi*. Skripsi. Indonesia: Universitas Hasanuddin.

Husen, Achmad., & Jamaludin, A. *Analisis Tegangan Sistem Perpipaan pada Sisi Tekan Pompa P-003E Menggunakan Program CaesarII dan Perhitungan Manual*.

IEA. (2021). *Fuel economy in Indonesia*. IEA, Paris. <https://www.iea.org/articles/fuel-economy-in-indonesia> (diakses pada 15 September 2022).

ITT Grinnell Corporation. (1981). *Piping Design and Engineering*. New York., U.S.A.

Kannappan, Sam. (1986). *Introduction to Pipe Stress Analysis*. John Wiley & Sons, Inc., Tennessee: U.S.A.

Lestari, Risky Prabowo., Adi, W. H., & Nurvita, A. (2018). Penilaian Risiko pada Onshore Pipeline Menggunakan Metode Risk Based Inspection (RBI). In *Proceedings Conference on Piping Engineering and its Application* (Vol. 3, No. 1, pp. 127-132).

Maulana, A. (2016). Perhitungan Tegangan Pipa dari Discharge Kompresor Menuju Air Cooler Menggunakan Software CaesarII 5.10 Pada Proyek Gas Lift Compressor Station. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(2), 50-63.

National Transportation Safety Board. (1999). *Pipeline Accident Brief*. Washington D.C., USA.

Nayyar, Mohinder L. (2000). *Piping handbook Seventh Edition*. ASME Fellow: McGraw-Hill Handbooks.

Nugroho, T. F., Wardhana, E. M., & Azmi, R. N. (2018). Stress Analysis of Land Subsidence Effect on Header Pipe 12 Inch in LPG Station Semarang. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 2(4).

Outlook Energi Indonesia. (2021). *Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya Untuk Penyediaan Energi Charging Station* / editor, Edi Hilmawan [et al.]. Tangerang: Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi.

Parisher, Roy. A dan Robert A. Rhea. (2002). *Pipe Drafting and Design Second Edition*. U.S.A: Butterworth-Heinemann.

Raswari. (1986). *Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).

Raswari. (2009). *Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).

Sulardi, S. (2019). Inspeksi Teknik Sistem Perpipaan Industri Pengolahan Migas. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 2(1).

LAMPIRAN A

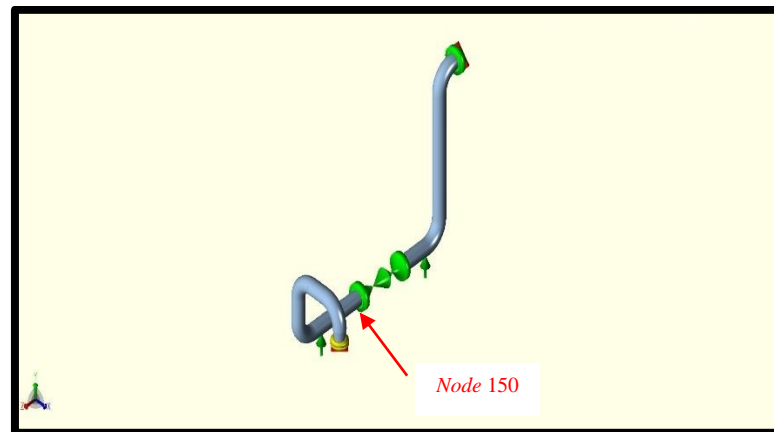
TEKANAN OPERASI 5 BAR

- *Hydrotest Load Case*
- *Operating Load Case*
- *Sustain Load Case*
- *Expansion Load Case*

IV.9. Pendekatan Komputasional dengan Tekanan Operasi 5 Bar

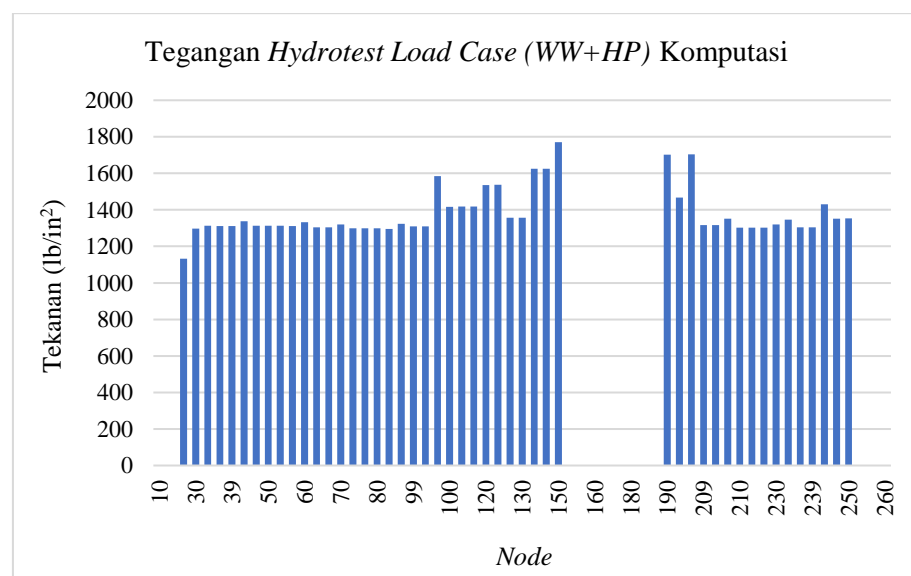
IV.3.9. Analisis tegangan akibat *hydrotest load case* (WW+HP)

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *hydrotest load* terjadi pada *node* 150, yaitu 1770,0 lb/in². Posisi *node* 150 pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.1. Posisi *Node* 150 pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

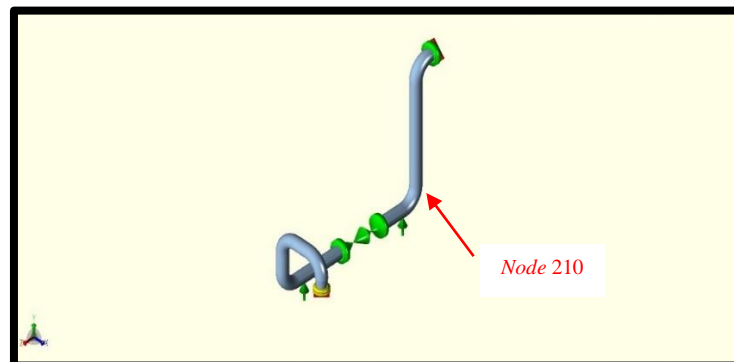
Grafik hubungan tegangan *hydrotest load case* (WW+HP) komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.2.



Gambar A.1.2. Grafik Tegangan *Hydrotest Load Case* (WW+HP) Komputasi Terhadap *Node*

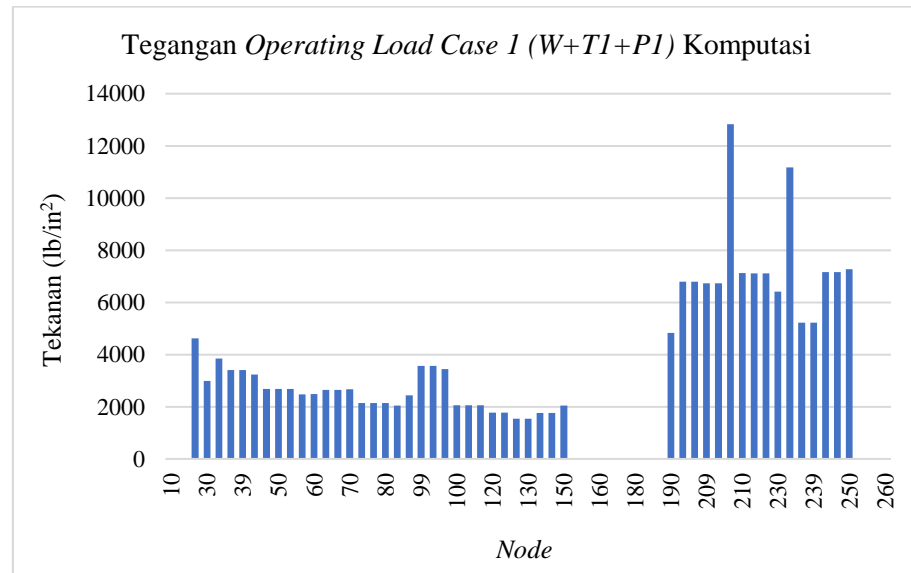
IV.3.10. Analisis tegangan akibat *operating load case 1 (W+T1+P1)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *operating load case 1* terjadi pada *node 210*, yaitu 12828,1 lb/in². Posisi *node 210* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.3. Posisi *Node 210* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

Grafik hubungan tegangan *operating load case 1 (W+T1+P1)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.4.

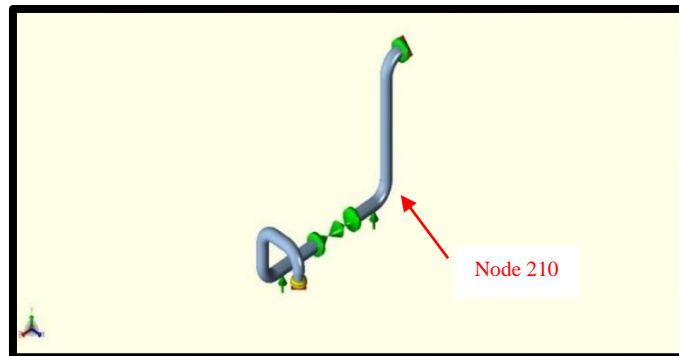


Gambar A.1.4. Grafik Tegangan *Operating Load Case 1 (W+T1+P1)* Komputasi Terhadap *Node*

IV.3.11. Analisis tegangan akibat *operating load case 2 (W+T2+P2)*

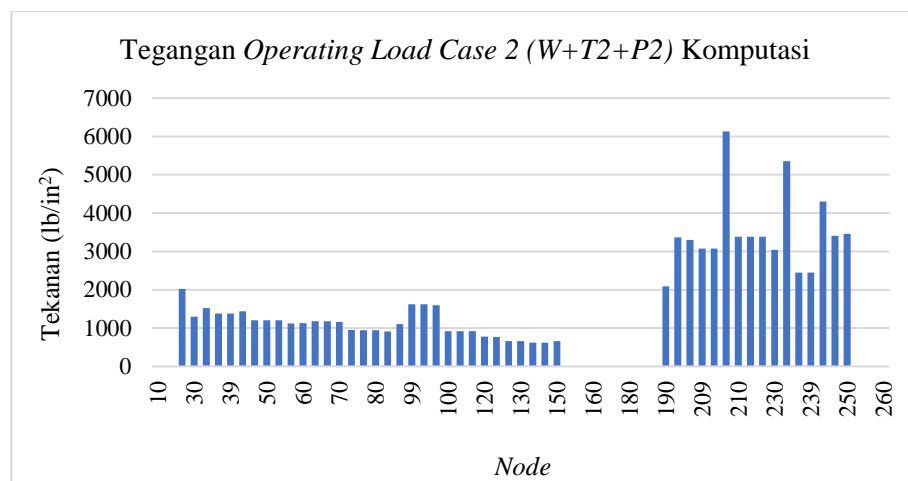
Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *operating*

load case 2 terjadi pada *node 210*, yaitu $6131,4 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 210* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.5. Posisi *Node 210* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

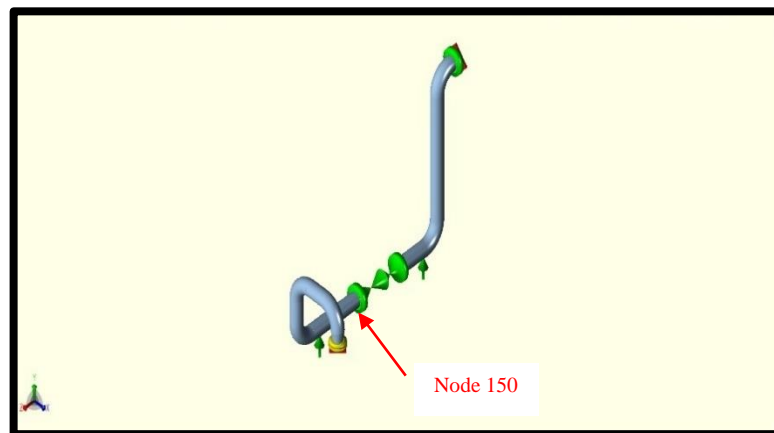
Grafik hubungan tegangan *operating load case 2 (W+T2+P2)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.6.



Gambar A.1.6. Grafik Tegangan *Operating Load Case 2 (W+T2+P2)* Komputasi Terhadap *Node*

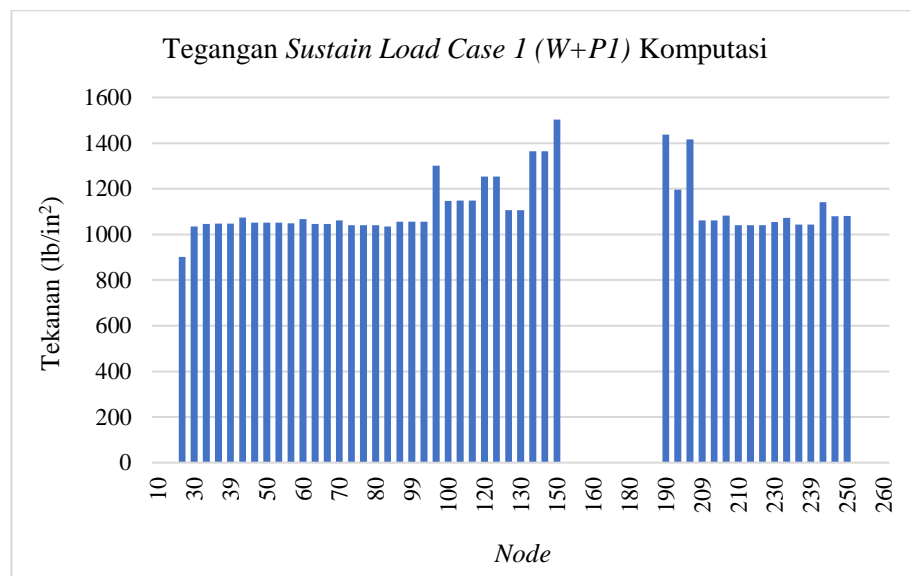
IV.3.12. Analisis tegangan akibat *sustain load case 1 (W+P1)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *sustain load case 1* terjadi pada *node 150*, yaitu $1503,7 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 150* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.7. Posisi *Node 150* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

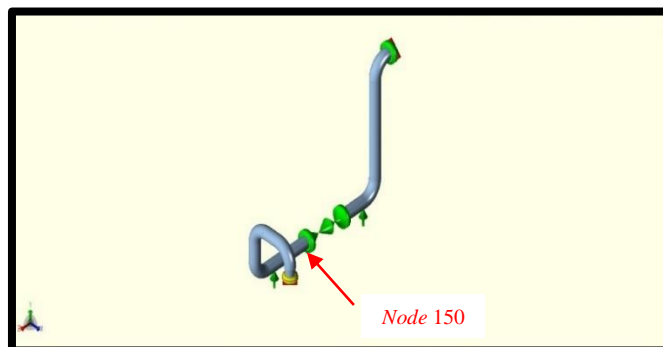
Grafik hubungan tegangan *sustain load case 1 (W+P1)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.8.



Gambar A.1.8. Grafik Tegangan *Sustain Load Case 1 (W+P1)* Komputasi Terhadap *Node*

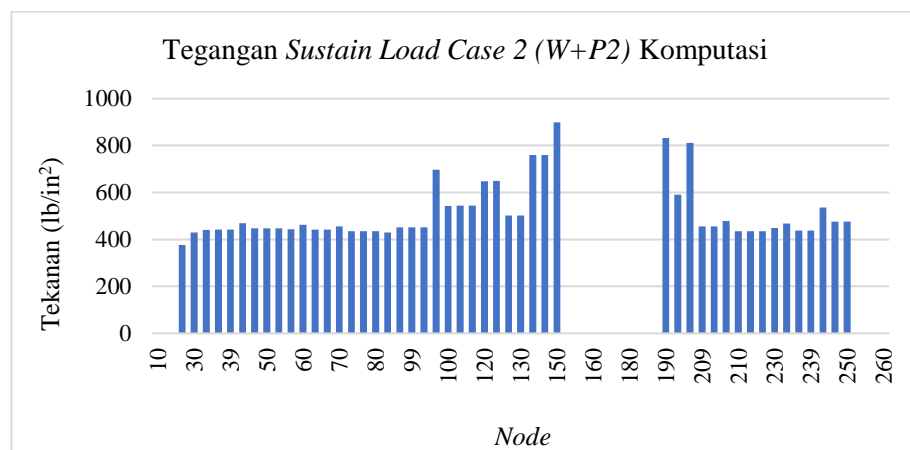
IV.3.13. Analisis tegangan akibat *sustain load case 2 (W+P2)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *sustain load case 2* terjadi pada *node 150*, yaitu 898,9 lb/in². Posisi *node 150* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.9. Posisi *Node 150* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

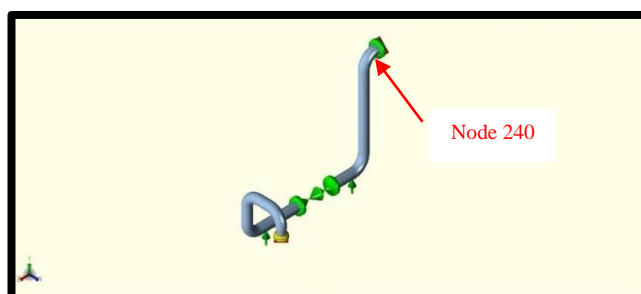
Grafik hubungan tegangan *sustain load case 2 (W+P2)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.10.



Gambar A.1.10. Grafik Tegangan *Sustain Load Case 2 (W+P2)* Komputasi Terhadap *Node*

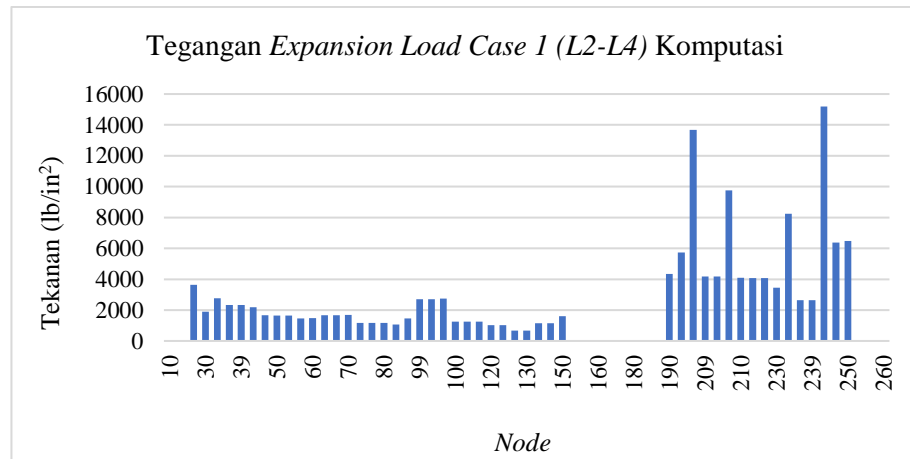
IV.3.14. Analisis tegangan akibat *expansion load case 1 (L2-L4)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 1* terjadi pada *node 240*, yaitu 15196,2 lb/in². Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.11. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

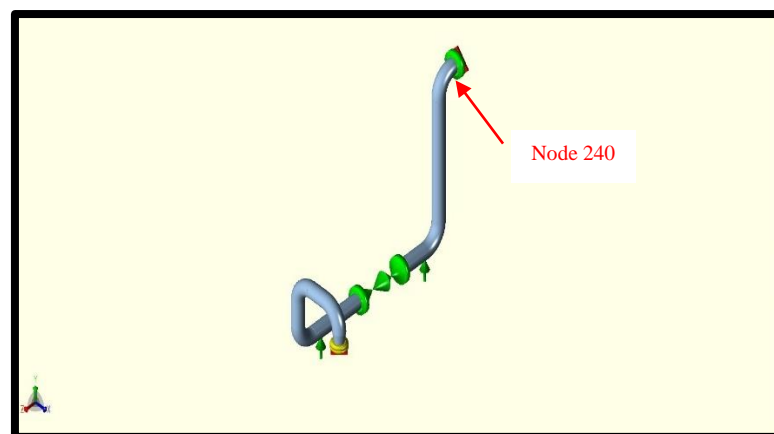
Grafik hubungan tegangan *expansion load case 1 (L2-L4)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.12.



Gambar A.1.12. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 1 (L2-L4)* Komputasi Terhadap Node

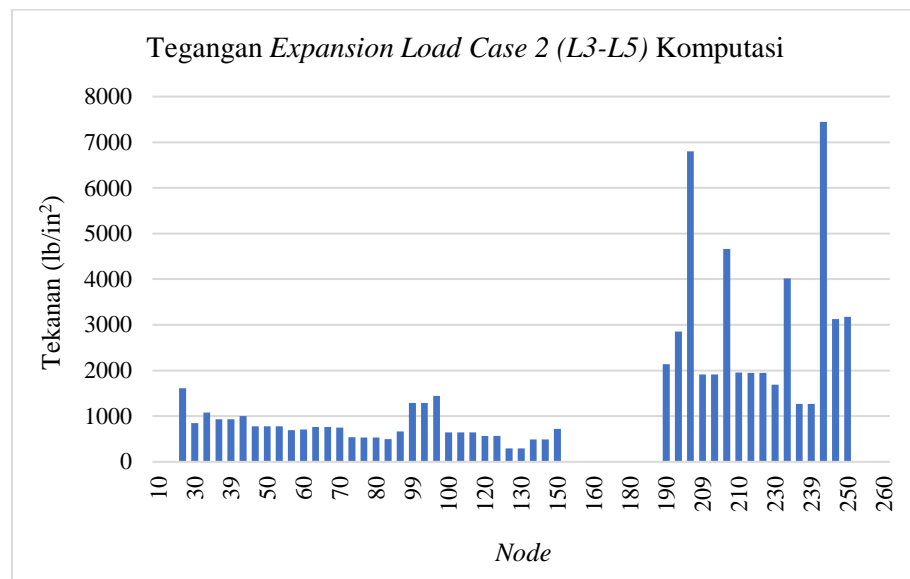
IV.3.15. Analisis tegangan akibat *expansion load case 2 (L3-L5)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 2* terjadi pada *node 240*, yaitu 7445,6 lb/in². Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.13. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

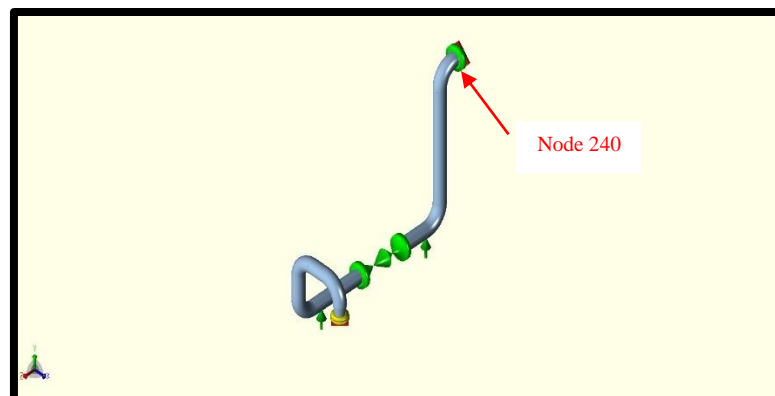
Grafik hubungan tegangan *expansion load case 2 (L3-L5)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.14.



Gambar A.1.14. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 2 (L3-L5)* Komputasi Terhadap Node

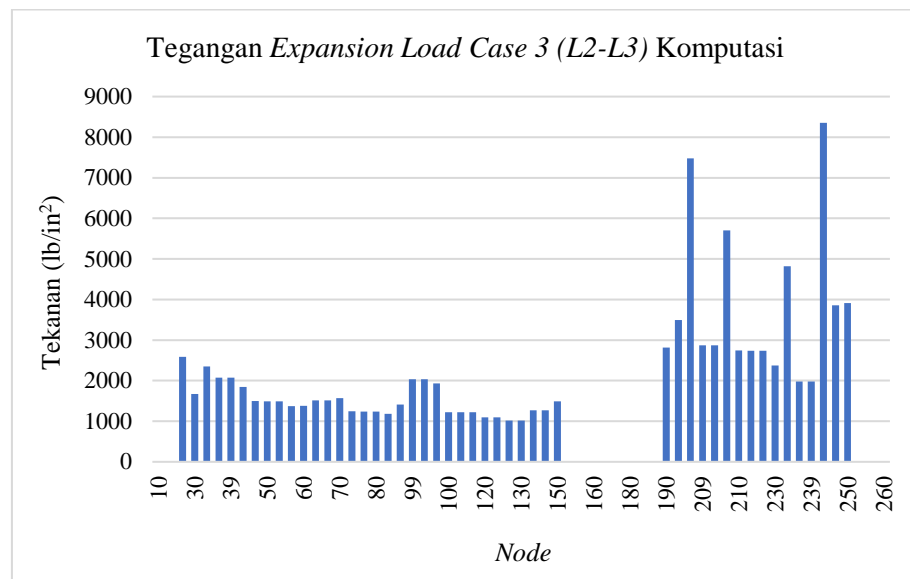
IV.3.16. Analisis tegangan akibat *expansion load case 3 (L2-L3)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 3* terjadi pada *node 240*, yaitu $8355,4 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar A.1.15. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII 2016* versi 8.00.00.5600

Grafik hubungan tegangan *expansion load case 3 (L2-L3)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar A.1.16.



Gambar A.1.16. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 3 (L2-L3)* Komputasi Terhadap Node

IV.10. Analisis Teoritis dengan Tekanan Operasi 5 Bar

IV.4.9. Analisis tegangan akibat *hydrotest load case (WW+HP)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *hydrotest load case* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 150*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 150*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (hydrotest stress)* karena tegangan pada *hydrotest load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan *hydrotest*. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (hydrotest stress)* untuk *node 150* berturut-turut yaitu 2696,2 lb/in² dan 1770 lb/in².

a. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

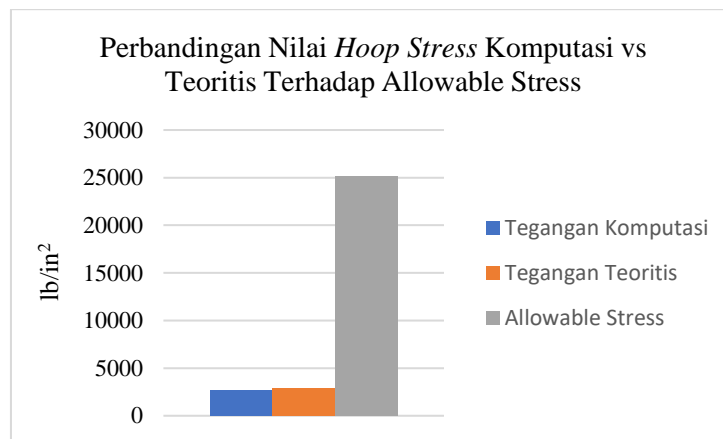
$$\begin{aligned}
 S &= F \times E \times S_y \\
 &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\
 &= 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{217,557 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 2913,71 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.17. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

b. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{L\text{allowable}} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\sigma_{ax} = \frac{F_{ax}}{A_m}$$

$$= \frac{P \times A_i}{A_m}$$

$$\begin{aligned} A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{ax} &= P \times A_i \\ &= 217,557 \times 50,002 \\ &= 10878,29 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\ &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\ &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\ &= 8,4 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{10878,29}{8,4} = 1295,035 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 2. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} Z &= \frac{I}{r_o} \\ I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
&= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
&= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
&= 72,453 \text{ in}^4
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{I}{r_o} \\
&= \frac{72,453}{4,3125} \\
&= 16,8 \text{ in}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
S_b &= \frac{M}{Z} \\
&= \frac{7989}{16,8} = 475,536 \text{ lb/in}^2
\end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
&= \frac{217,557 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
&= \frac{1876,43}{1,288} = 1456,855 \text{ lb/in}^2
\end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_L = \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

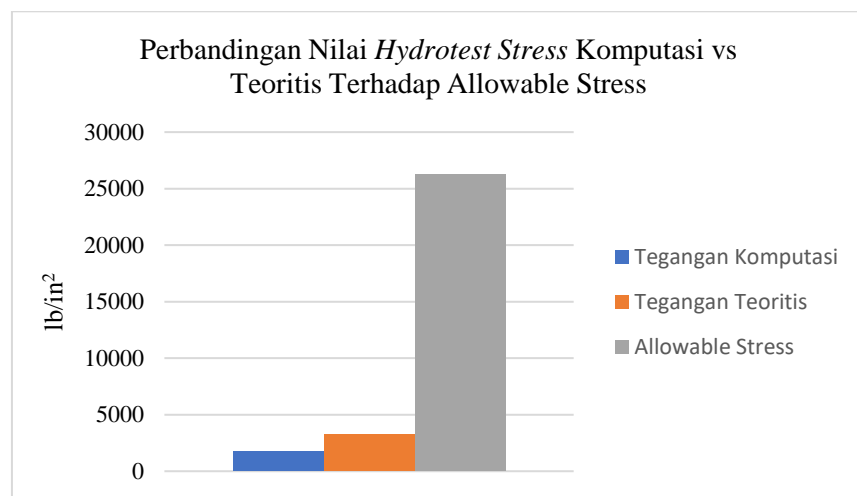
Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial

pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *Allowable Stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 1456,855 + 475,536 + 1295,035 < 26250$$

$$S_L = 3227,426 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *hydrotest stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.18. Perbandingan Nilai *Hydrotest Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.10. Analisis tegangan akibat *operating load case 1 (W+T1+P1)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *operating load case 1* terbesar terjadi pada *node 210*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 210*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 210*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan jumlah antara *longitudinal stress* dengan *thermal stress (operating stress)* karena tegangan pada *operating load case* dipengaruhi oleh berat komponen, tekanan operasi, dan temperatur operasi. Nilai *hoop stress* dan *operating stress* untuk *node 210* berturut-turut yaitu 2157 lb/in² dan 12828,1 lb/in².

a. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

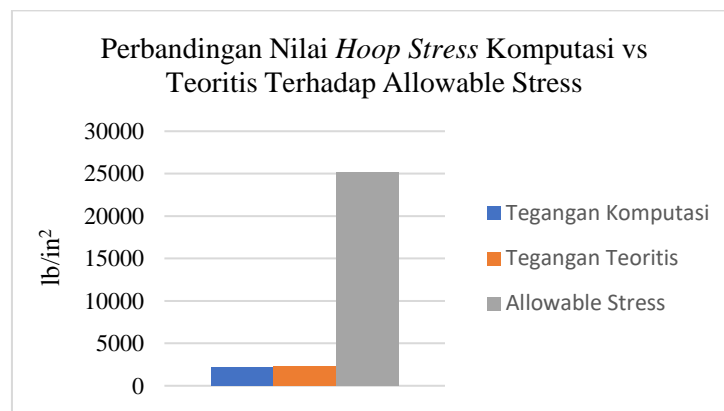
$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\ &= \frac{174,0493 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\ &= 2331,0174 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar A.1.19. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

b. *Operating Stress*

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 174,0493 \times 50,002 \\
 &= 8702,8131 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 4. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{69305}{16,8} = 4125,2976 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_L &= \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} \\
 S_L &= 1165,5087 + 4125,2976 + 1036,0492 \\
 S_L &= 6326,8555 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}$$

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\ &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 571)^2 + (1,986 \times 69303)^2}}{16,8} \\ &= 8193,005 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\ &= \frac{2828}{2 \times 16,8} \\ &= 84,1667 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

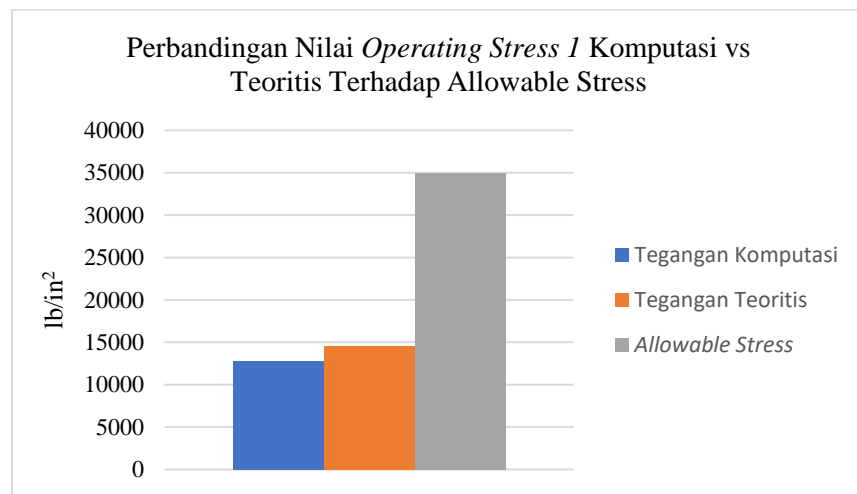
$$\begin{aligned} S_E &= \sqrt{(8193,005)^2 + 4(84,1667)^2} \\ &= 8194,7341 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *operating stress*

Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_{operating} &= S_L + S_E \\ &= 6326,8555 \text{ lb/in}^2 + 8194,7341 \text{ lb/in}^2 \\ &= 14521,5896 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *operating stress* *I* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar A.1.20. Perbandingan Nilai *Operating Stress I* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.11. Analisis tegangan akibat *operating load case 2 (W+T2+P2)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *operating load case 2* terbesar terjadi pada *node 210*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 210*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 210*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan jumlah antara *longitudinal stress* dengan *thermal stress (operating stress)* karena tegangan pada *operating load case* dipengaruhi oleh berat komponen, tekanan operasi, dan temperatur operasi. Nilai *hoop stress* dan *operating stress* untuk *node 210* berturut-turut yaitu 898,7 lb/in² dan 6131,4 lb/in².

a. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (*S*)

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

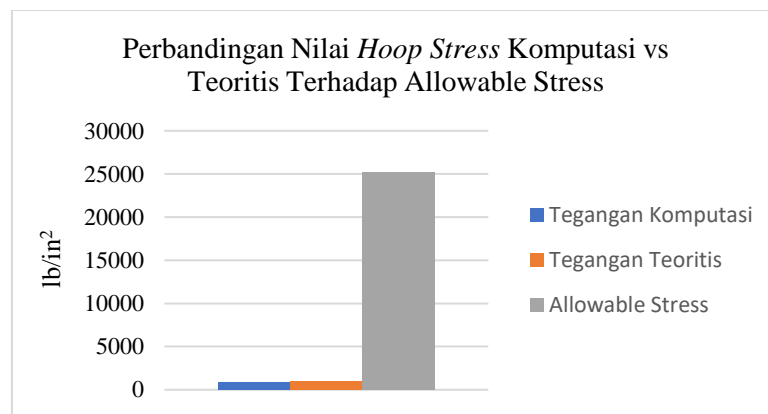
$$\begin{aligned}
 S &= F \times E \times S_y \\
 &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\
 &= 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{72,5205 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 971,2567 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.21. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

b. *Operating Stress*

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 72,5205 \times 50,002 \\
 &= 3626,17 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{3626,17}{8,4} = 431,6869 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 6. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{33377}{16,8} = 1986,7262 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekan pipa

Nilai tegangan tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{72,5205 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{625,4893}{1,288} = 485,6283 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_L &= \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} \\
 S_L &= 485,6283 + 1986,7262 + 431,6869 \\
 S_L &= 2904,0414 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_E &= \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} \\
 S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{\sqrt{(2,383 \times (-763))^2 + (1,986 \times 33369)^2}}{16,8}$$

$$= 3946,1769 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{1127}{2 \times 16,8}$$

$$= 33,5417 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(3946,1769)^2 + 4(33,5417)^2}$$

$$= 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

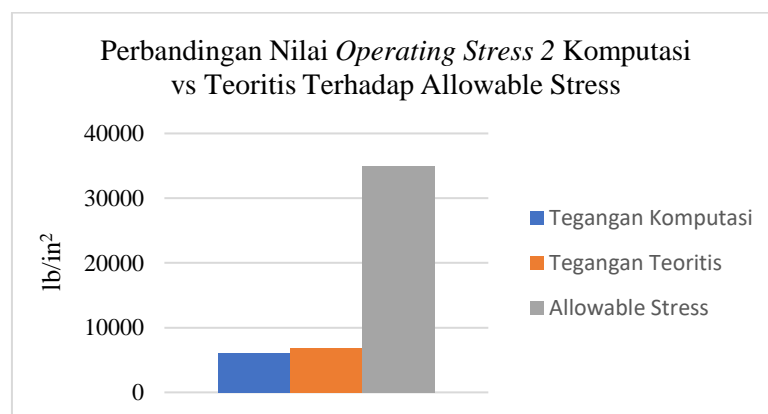
Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 2904,0414 \text{ lb/in}^2 + 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

$$= 6850,7885 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *operating stress* 2 komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.22. Perbandingan Nilai *Operating Stress* 2 Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.12. Analisis tegangan akibat *sustain load case 1 (W+P1)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *sustain load case 1* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan

pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node* 150.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node* 150, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* karena tegangan pada *sustain load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan *operasi*. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* untuk *node* 150 berturut-turut yaitu 2157 lb/in² dan 1503,7 lb/in².

a. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

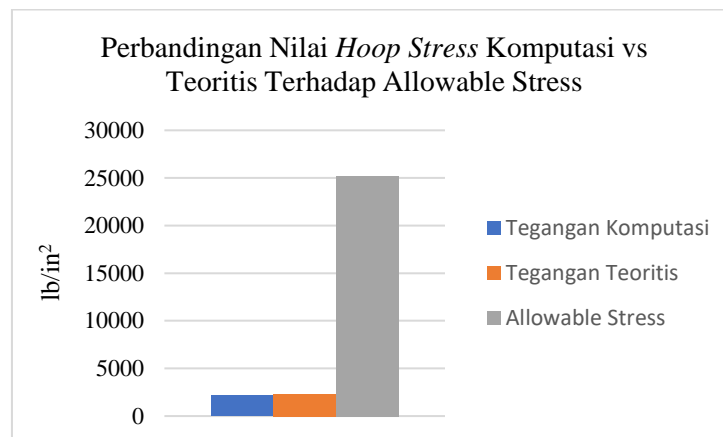
$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\ &= \frac{174,0493 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\ &= 2331,0174 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.23. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

b. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{Lallowable} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 174,0493 \times 50,002 \\
 &= 8702,8131 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 8. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125}
 \end{aligned}$$

$$= 16,8 \text{ in}^3$$

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{7864}{16,8} = 468,0952 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{LP} = \frac{Pd_o}{4t}$$

$$= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)}$$

$$= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

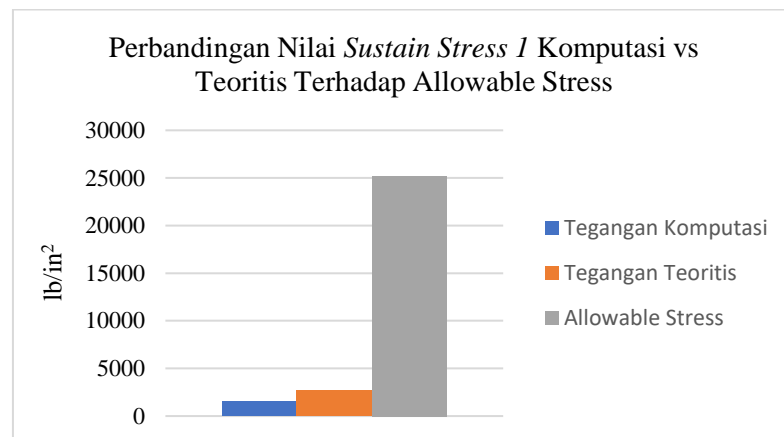
$$S_L = \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *Allowable Stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 1165,5087 + 468,0952 + 1036,0492 < 26250$$

$$S_L = 2669,6531 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *sustain stress I* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.24. Perbandingan Nilai *Sustain Stress I* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.13. Analisis tegangan akibat *sustain load case 2 (W+P2)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *sustain load case 2* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 150*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 150*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* karena tegangan pada *sustain load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan *operasi*. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* untuk *node 150* berturut-turut yaitu 898,7 lb/in² dan 898,9 lb/in².

a. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

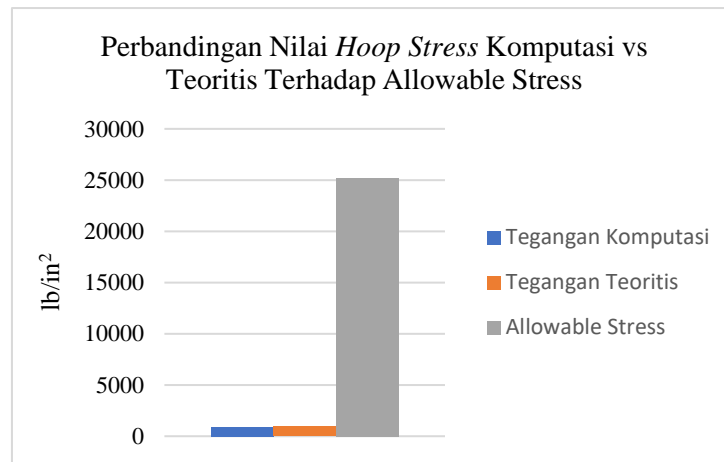
$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{72,5205 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 971,2567 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.25. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

b. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{L\text{allowable}} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 72,5205 \times 50,002 \\
 &= 3626,17 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{3626,17}{8,4} = 431,6869 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 10. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{7864}{16,8} = 468,0952 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{72,5205 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{625,4893}{1,288} = 485,6283 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

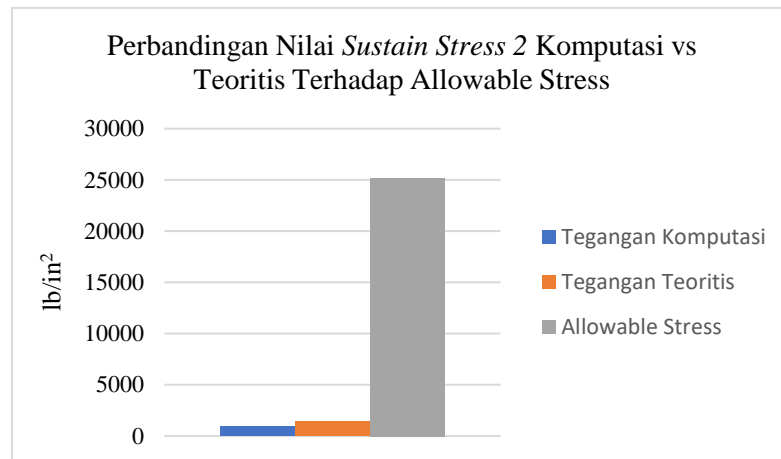
$$S_L = \frac{Pd_o}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *Allowable Stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 485,6283 + 468,0952 + 431,6869 < 26250$$

$$S_L = 1385,4105 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *sustain stress* 2 komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.26. Perbandingan Nilai *Sustain Stress* 2 Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.14. Analisis tegangan akibat *expansion load case 1 (L2-L4)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 1* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan *thermal stress* komputasi dengan teoritis karena tegangan pada *expansion load case* hanya dipengaruhi oleh temperatur operasi. Nilai *thermal stress* komputasi untuk *node 240* yaitu 15196,2 lb/in².

a. *Thermal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_A = f(1,25S_c + 0,25S_h)$$

$$f = 6,0N^{-0,2} \text{ (asumsikan } N = 100000)$$

$$= 6,0 \times (100000)^{-0,2}$$

$$= 0,6$$

Untuk temperatur operasi minimum 100°F, $S_c = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

Untuk temperatur operasi maksimum 200°F, $S_h = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

$$\begin{aligned} S_A &= f(1,25S_c + 0,25S_h) \\ &= 0,6 \times (1,25(20000) + 0,25(20000)) \\ &= 18000 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

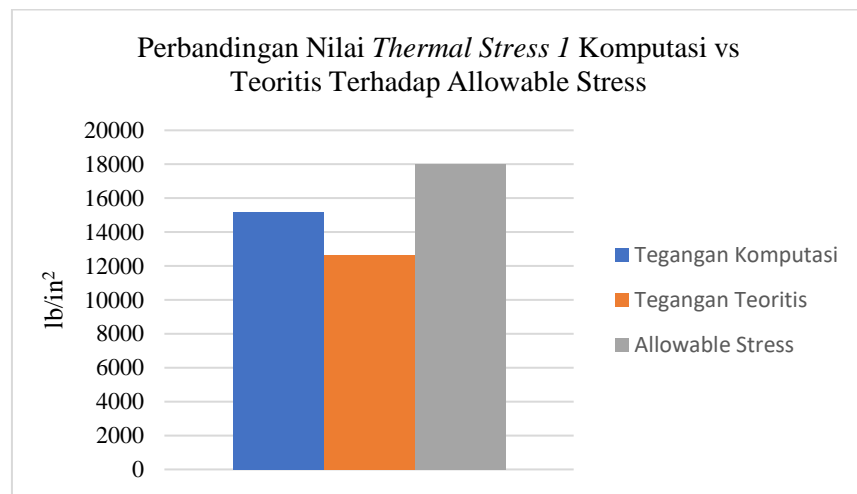
Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_E &= \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} < S_A \\ S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\ &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 2429)^2 + (1,986 \times 107152)^2}}{16,8} \\ &= 12671,5821 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\ &= \frac{-2084}{2 \times 16,8} \\ &= -62,0238 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_E &= \sqrt{(12671,5821)^2 + 4(-62,0238)^2} < S_A \\ &= 12672,1892 \text{ lb/in}^2 < 18000 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *thermal stress I* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.27. Perbandingan Nilai *Thermal Stress 1* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.15. Analisis tegangan akibat *expansion load case 2 (L3-L5)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 2* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan *thermal stress* komputasi dengan teoritis karena tegangan pada *expansion load case* hanya dipengaruhi oleh temperatur operasi. Nilai *thermal stress* komputasi untuk *node 240* yaitu 7445,6 lb/in².

a. *Thermal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_A = f(1,25S_c + 0,25S_h)$$

$$f = 6,0N^{-0,2} \text{ (asumsikan } N = 100000)$$

$$= 6,0 \times (100000)^{-0,2}$$

$$= 0,6$$

Untuk temperatur operasi minimum 100°F, $S_c = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

Untuk temperatur operasi maksimum 200°F, $S_h = 20000 \text{ lb/in}^2$
(lihat lampiran D.1)

$$\begin{aligned} S_A &= f(1,25S_c + 0,25S_h) \\ &= 0,6 \times (1,25(20000) + 0,25(20000)) \\ &= 18000 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *Allowable Stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

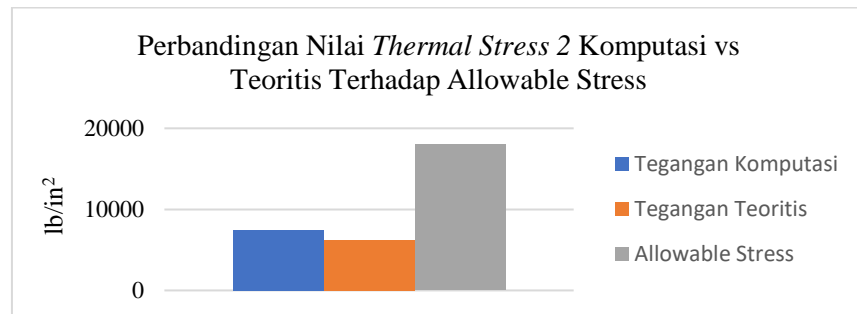
$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} < S_A$$

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\ &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 1143)^2 + (1,986 \times 52503)^2}}{16,8} \\ &= 6208,7219 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\ &= \frac{-557}{2 \times 16,8} \\ &= -16,5774 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_E &= \sqrt{(6208,7219)^2 + 4(-16,5774)^2} < S_A \\ &= 6208,8104 \text{ lb/in}^2 < 18000 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *thermal stress* 2 komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.28. Perbandingan Nilai *Thermal Stress 2* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.4.16. Analisis tegangan akibat *expansion load case 3 (L2-L3)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 3* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan selisih nilai *operating stress 1* teoritis dan nilai *operating stress 2* teoritis atau *expansion load case 3* teoritis dengan nilai tegangan akibat *expansion load case 3* komputasi. Nilai tegangan akibat *expansion load case 3* komputasi untuk *node 240* yaitu 8355,4 lb/in².

a. *Operating Stress 1* teoritis

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\ A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 174,0493 \times 50,002 \\
 &= 8702,8131 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 4. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{69305}{16,8} = 4125,2976 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_L &= \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} \\
 S_L &= 1165,5087 + 4125,2976 + 1036,0492 \\
 S_L &= 6326,8555 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_E &= \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} < S_A \\
 S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\
 &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 571)^2 + (1,986 \times 69303)^2}}{16,8}
 \end{aligned}$$

$$= 8193,005 \text{ lb/in}^2$$

$$\begin{aligned} S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\ &= \frac{2828}{2 \times 16,8} \\ &= 84,1667 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_E &= \sqrt{(8193,005)^2 + 4(84,1667)^2} < S_A \\ &= 8194,7341 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *operating stress*

Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_{operating} &= S_L + S_E \\ &= 6326,8555 \text{ lb/in}^2 + 8194,7341 \text{ lb/in}^2 \\ &= 14521,5896 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

b. *Operating Stress* 2 teoritis

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\ A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{ax} &= P \times A_i \\ &= 72,5205 \times 50,002 \\ &= 3626,17 \text{ lb} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{2175,702}{8,4} = 431,6869 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.2, tabel 6. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125}
 \end{aligned}$$

$$= 16,8 \text{ in}^3$$

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{33377}{16,8} = 1986,7262 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{LP} = \frac{Pd_o}{4t}$$

$$= \frac{72,5205 \times 8,625}{4 \times (0,322)}$$

$$= \frac{625,4893}{1,288} = 485,6283 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_L = \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A}$$

$$S_L = 485,6283 + 1986,7262 + 431,6869$$

$$S_L = 2904,0414 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}$$

$$= \frac{\sqrt{(2,383 \times (-763))^2 + (1,986 \times 33369)^2}}{16,8}$$

$$= 3946,1769 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{1127}{2 \times 16,8}$$

$$= 33,5417 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(3946,1769)^2 + 4(33,5417)^2}$$

$$= 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 2904,0414 \text{ lb/in}^2 + 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

$$= 6850,7885 \text{ lb/in}^2$$

- c. Selisih nilai *operating stress*

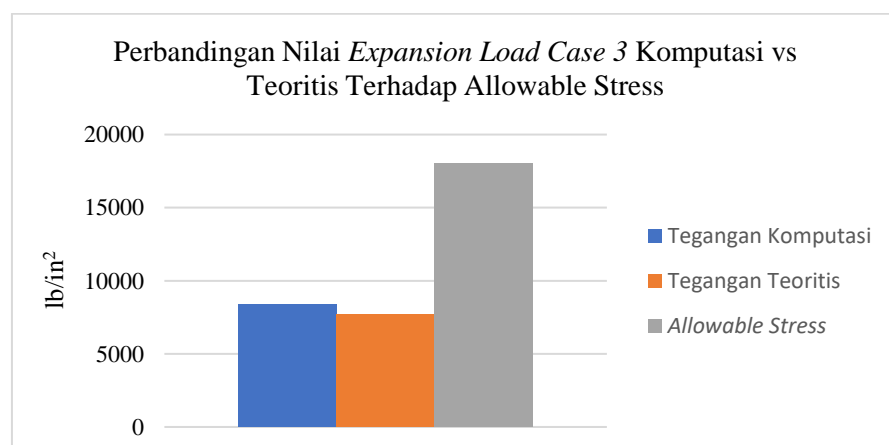
Selisih nilai *operating stress 1* teoritis dengan *operating stress 2* teoritis dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S = S_{operating 1} - S_{operating 2}$$

$$= 14521,5896 \text{ lb/in}^2 - 6850,7885 \text{ lb/in}^2$$

$$= 7670,8011 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *expansion load case 3* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar A.1.29. Perbandingan Nilai *Expansion Load Case 3* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

LAMPIRAN B

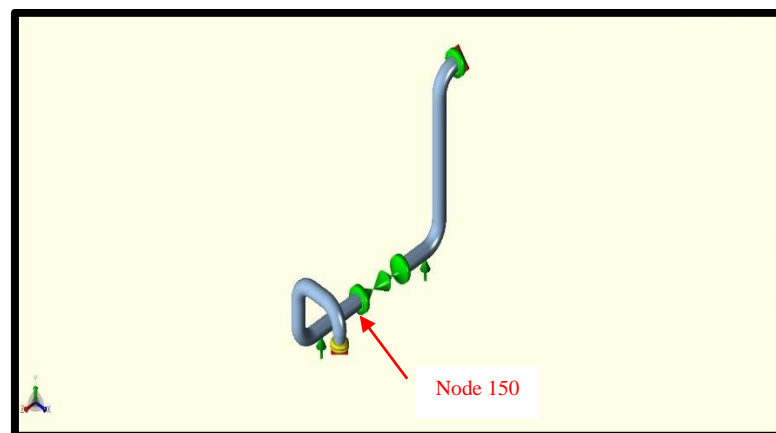
TEKANAN OPERASI 7 BAR

- *Hydrotest Load Case*
- *Operating Load Case*
 - *Sustain Load Case*
- *Expansion Load Case*

IV.11. Analisis Komputasional dengan Tekanan Operasi 7 Bar

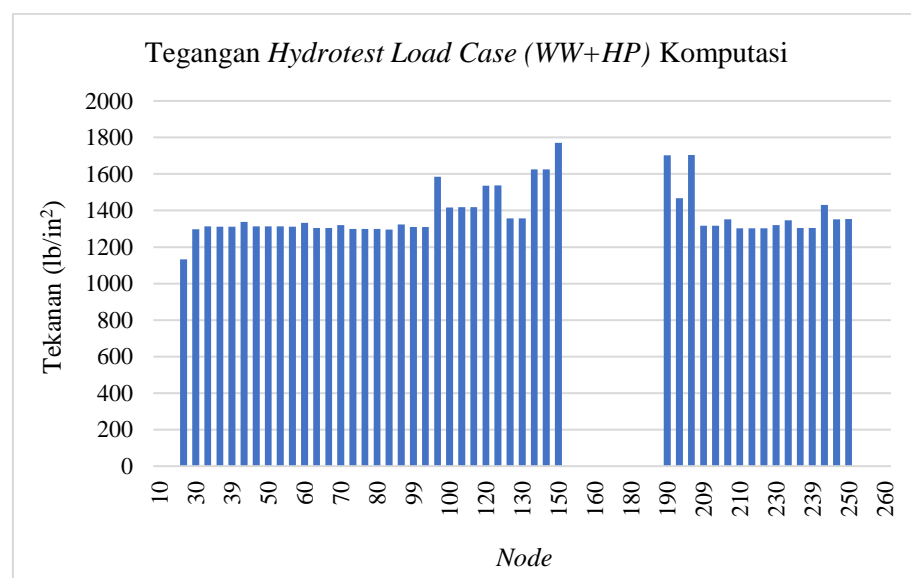
IV.5.1. Analisis tegangan akibat *hydrotest load case* (WW+HP)

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *hydrotest load* terjadi pada *node* 150, yaitu 1770,0 lb/in². Posisi *node* 150 pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.1. Posisi *Node* 150 pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

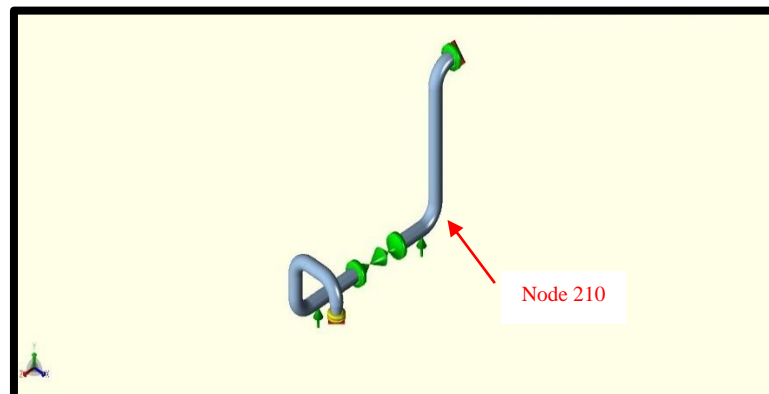
Grafik hubungan tegangan *hydrotest load case* (WW+HP) komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.2. Grafik Tegangan *Hydrotest Load Case* (WW+HP) Komputasi Terhadap *Node*

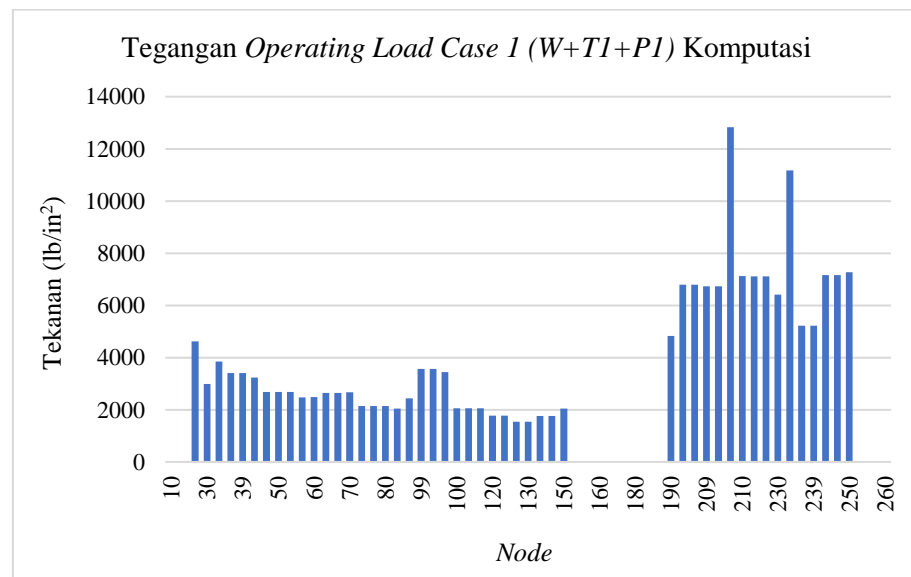
IV.5.2. Analisis tegangan akibat *operating load case 1 (W+T1+P1)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *operating load case 1* terjadi pada *node 210*, yaitu 12828,1 lb/in². Posisi *node 210* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.3. Posisi *Node 210* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

Grafik hubungan tegangan *operating load case 1 (W+T1+P1)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.

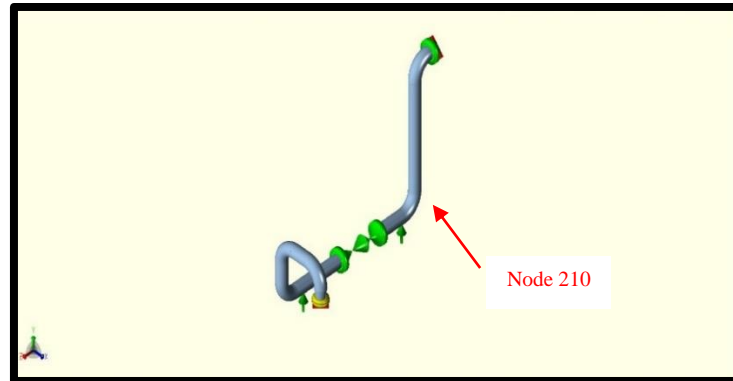


Gambar B.1.4. Grafik Tegangan *Operating Load Case 1 (W+T1+P1)* Komputasi Terhadap *Node*

IV.5.3. Analisis tegangan akibat *operating load case 2 (W+T2+P2)*

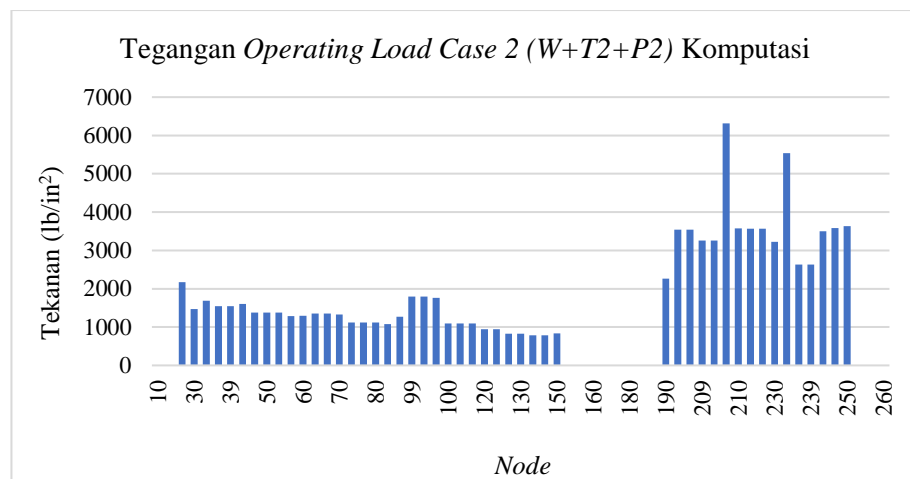
Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *operating*

load case 2 terjadi pada *node 210*, yaitu $6318,1 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 210* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.5. Posisi *Node 210* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

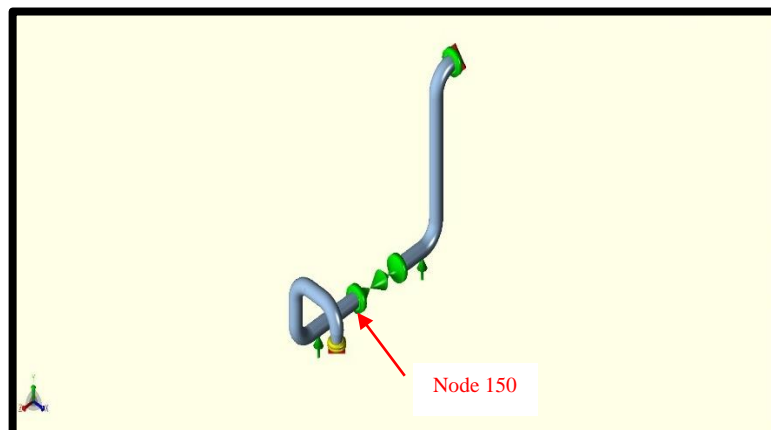
Grafik hubungan tegangan *operating load case 2 (W+T2+P2)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.6. Grafik Tegangan *Operating Load Case 2 (W+T2+P2)* Komputasi Terhadap *Node*

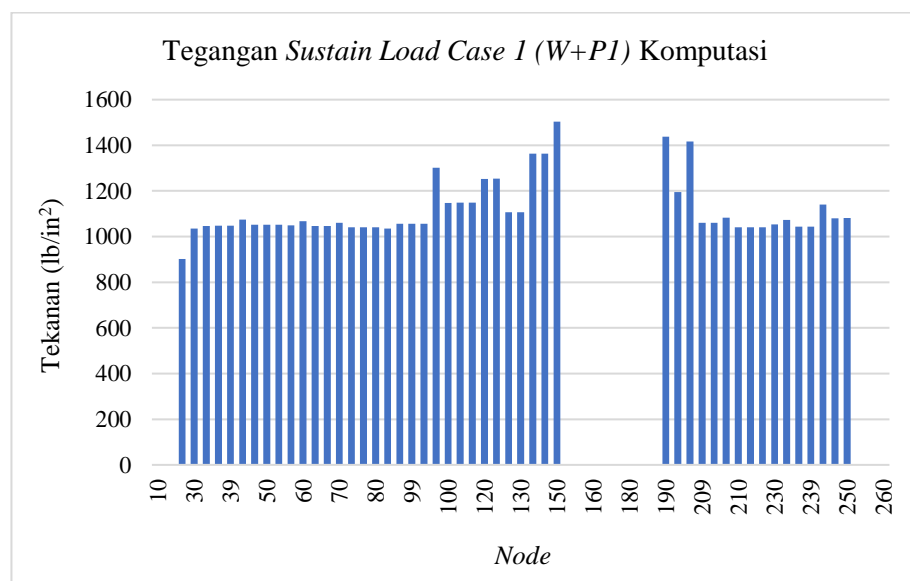
IV.5.4. Analisis tegangan akibat *sustain load case 1 (W+P1)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *sustain load case 1* terjadi pada *node 150*, yaitu $1503,7 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 150* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.7. Posisi *Node 150* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

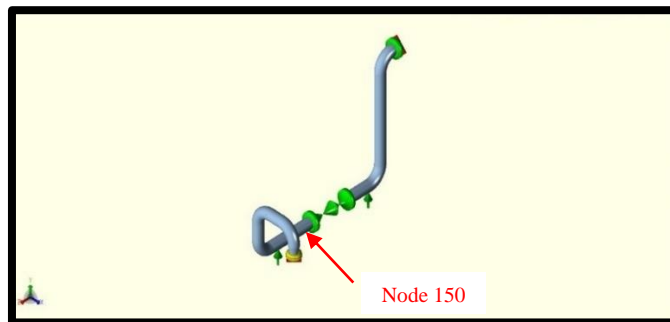
Grafik hubungan tegangan *sustain load case 1 (W+P1)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.8. Grafik Tegangan *Sustain Load Case 1 (W+P1)* Komputasi Terhadap *Node*

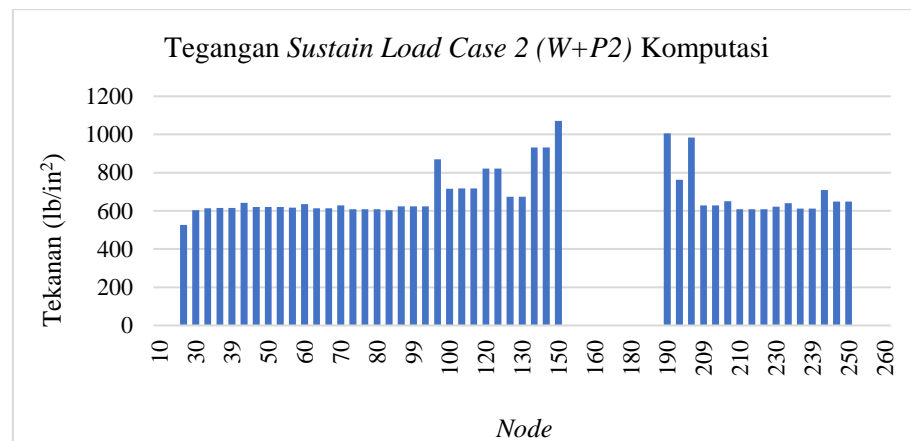
IV.5.5. Analisis tegangan akibat *sustain load case 2 (W+P2)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *sustain load case 2* terjadi pada *node 150*, yaitu 1071,7 lb/in². Posisi *node 150* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.9. Posisi *Node 150* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII 2016* versi 8.00.00.5600

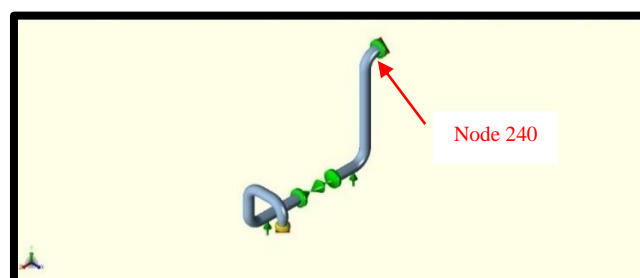
Grafik hubungan tegangan *sustain load case 2 (W+P2)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.10. Grafik Tegangan *Sustain Load Case 2 (W+P2)* Komputasi Terhadap *Node*

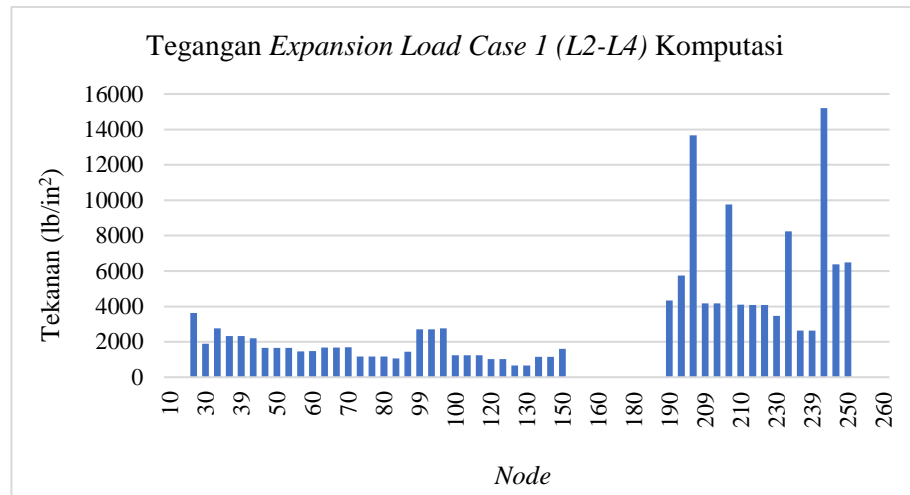
IV.5.6. Analisis tegangan akibat *expansion load case 1 (L2-L4)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 1* terjadi pada *node 240*, yaitu 15196,2 lb/in². Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.11. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
 Sumber: *Software CaesarII 2016* versi 8.00.00.5600

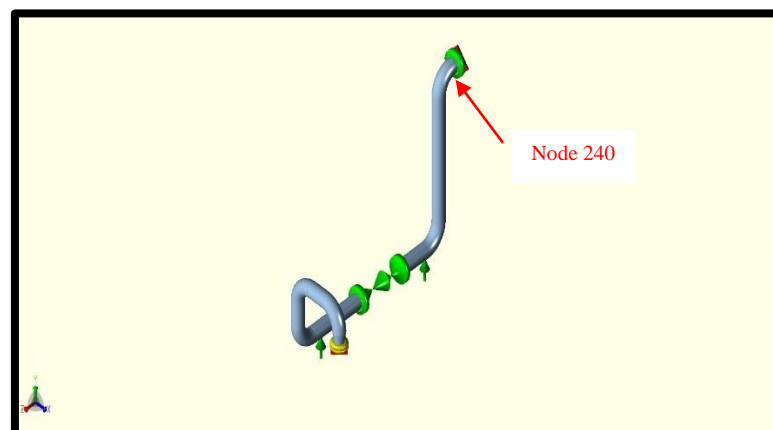
Grafik hubungan tegangan *expansion load case 1 (L2-L4)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.12. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 1 (L2-L4)* Komputasi Terhadap Node

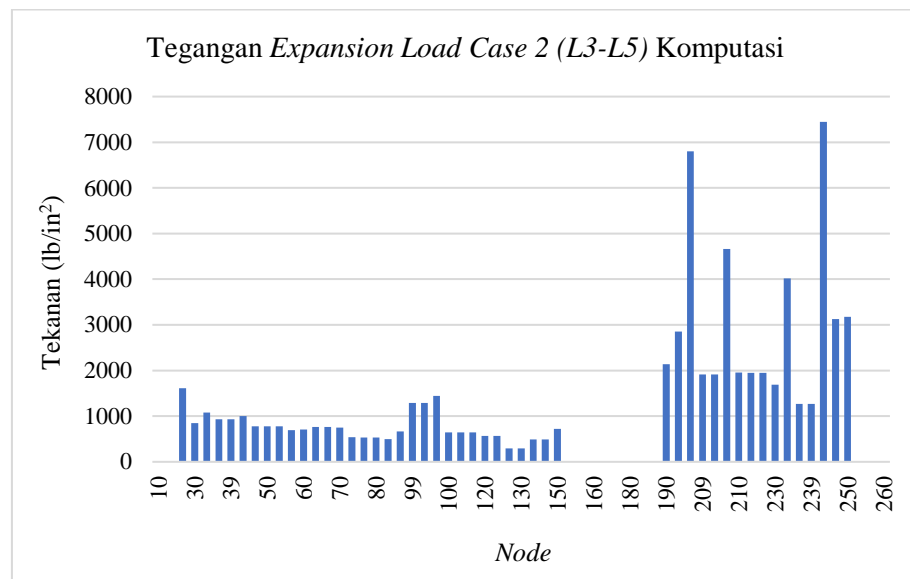
IV.5.7. Analisis tegangan akibat *expansion load case 2 (L3-L5)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 2* terjadi pada *node 240*, yaitu 7445,6 lb/in². Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.13. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

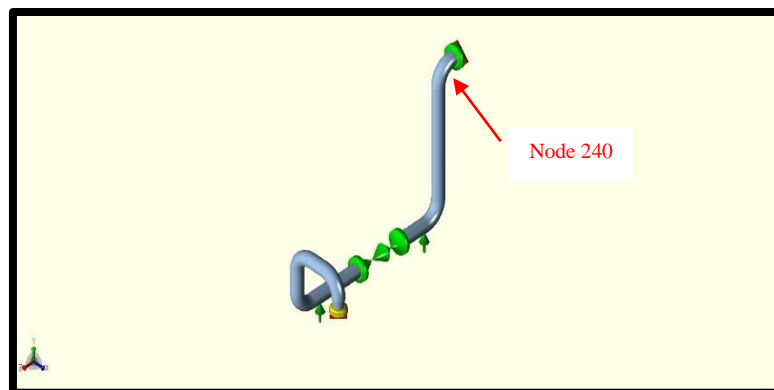
Grafik hubungan tegangan *expansion load case 2 (L3-L5)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.14. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 2 (L3-L5)* Komputasi Terhadap Node

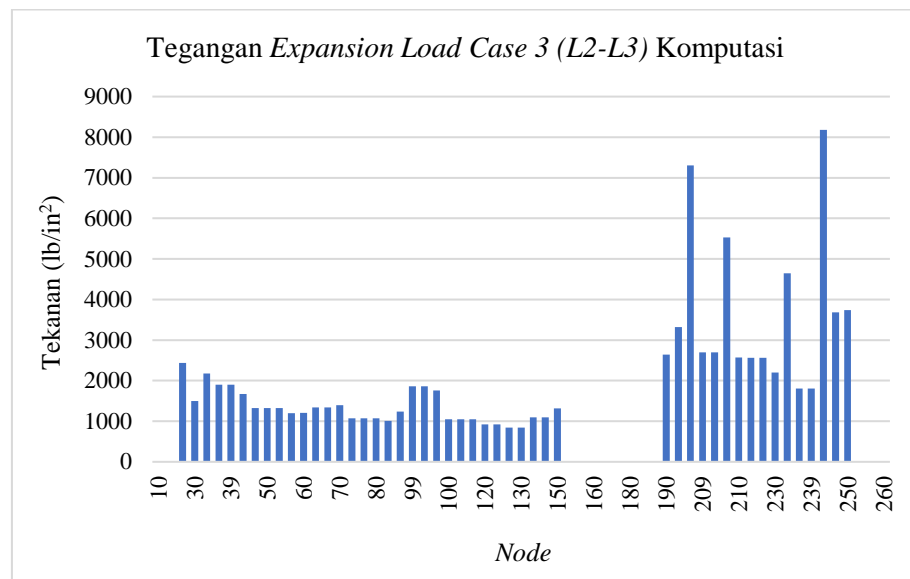
IV.5.8. Analisis tegangan akibat *expansion load case 3 (L2-L3)*

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan *software CaesarII*, diperoleh bahwa rasio tegangan terbesar akibat *expansion load case 3* terjadi pada *node 240*, yaitu $8182,7 \text{ lb/in}^2$. Posisi *node 240* pada pemodelan, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar B.1.15. Posisi *Node 240* pada Pemodelan
Sumber: *Software CaesarII* 2016 versi 8.00.00.5600

Grafik hubungan tegangan *expansion load case 3 (L2-L3)* komputasi terhadap *node* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.16. Grafik Tegangan *Expansion Load Case 3 (L2-L3)* Komputasi Terhadap Node

IV.12. Pendekatan Teoritis dengan Tekanan Operasi 7 Bar

IV.6.1. Analisis tegangan akibat *hydrotest load case (WW+HP)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *hydrotest load case* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 150*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 150*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (hydrotest stress)* karena tegangan pada *hydrotest load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan *hydrotest*. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (hydrotest stress)* untuk *node 150* berturut-turut yaitu 2696,2 lb/in² dan 1770 lb/in².

c. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

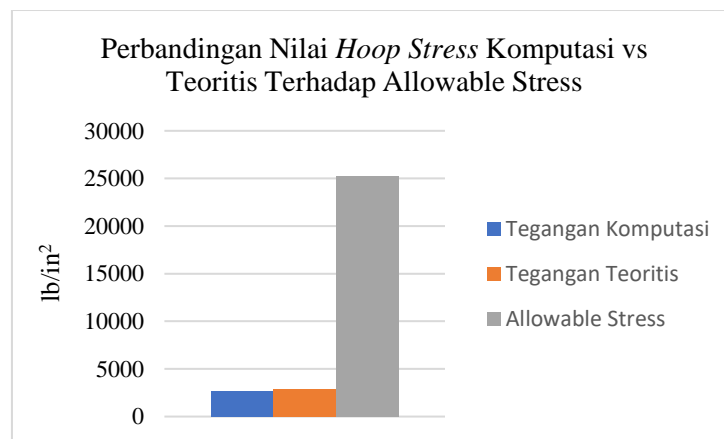
$$\begin{aligned}
 S &= F \times E \times S_y \\
 &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\
 &= 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{217,557 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 2913,71 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.17. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

d. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{L\text{allowable}} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 217,557 \times 50,002 \\
 &= 10878,29 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{10878,29}{8,4} = 1295,035 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 2. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4))
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{7989}{16,8} = 475,536 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{217,557 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1876,43}{1,288} = 1456,855 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

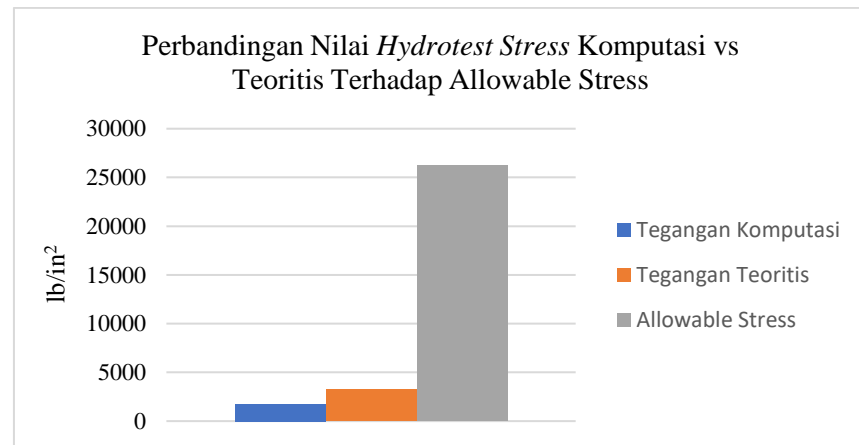
$$S_L = \frac{Pd_o}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *allowable stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 1456,855 + 475,536 + 1295,035 < 26250$$

$$S_L = 3227,426 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *hydrotest stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.18. Perbandingan Nilai *Hydrotest Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.2. Analisis tegangan akibat *operating load case 1 (W+T1+P1)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *operating load case 1* terbesar terjadi pada *node 210*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 210*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 210*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan jumlah antara *longitudinal stress* dengan *thermal stress (operating stress)* karena tegangan pada *operating load case* dipengaruhi oleh berat komponen, tekanan operasi, dan temperatur operasi. Nilai *hoop stress* dan *operating stress* untuk *node 210* berturut-turut yaitu 2157 lb/in² dan 12828,1 lb/in².

c. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

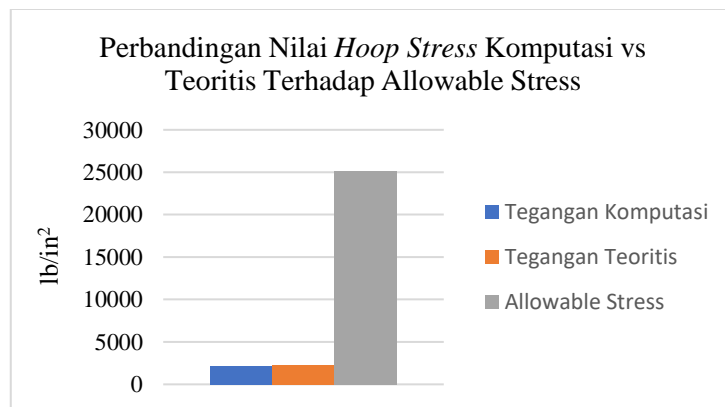
$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 2331,0174 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar 4.65.



Gambar B.1.19. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

d. *Operating Stress*

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 174,0493 \times 50,002 \\
 &= 8702,8131 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 4. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{69305}{16,8} = 4125,2976 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_L &= \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} \\
 S_L &= 1165,5087 + 4125,2976 + 1036,0492 \\
 S_L &= 6326,8555 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_E &= \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} \\
 S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\
 &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 571)^2 + (1,986 \times 69303)^2}}{16,8}
 \end{aligned}$$

$$= 8193,005 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{2828}{2 \times 16,8}$$

$$= 84,1667 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(8193,005)^2 + 4(84,1667)^2}$$

$$= 8194,7341 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

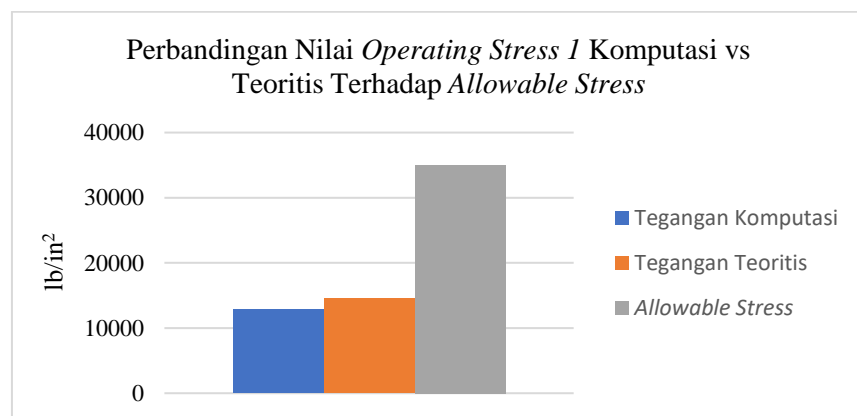
Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 6326,8555 \text{ lb/in}^2 + 8194,7341 \text{ lb/in}^2$$

$$= 14521,5896 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *operating stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.20. Perbandingan Nilai *Operating Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.3. Analisis tegangan akibat *operating load case 2 (W+T2+P2)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *operating load case 2* terbesar terjadi pada *node 210*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 210*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node* 210, yaitu membandingkan *hoop stress* dan jumlah antara *longitudinal stress* dengan *thermal stress (operating stress)* karena tegangan pada *operating load case* dipengaruhi oleh berat komponen, tekanan operasi, dan temperatur operasi. Nilai *hoop stress* dan *operating stress* untuk *node* 210 berturut-turut yaitu 1258,2 lb/in² dan 6318,1 lb/in².

c. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

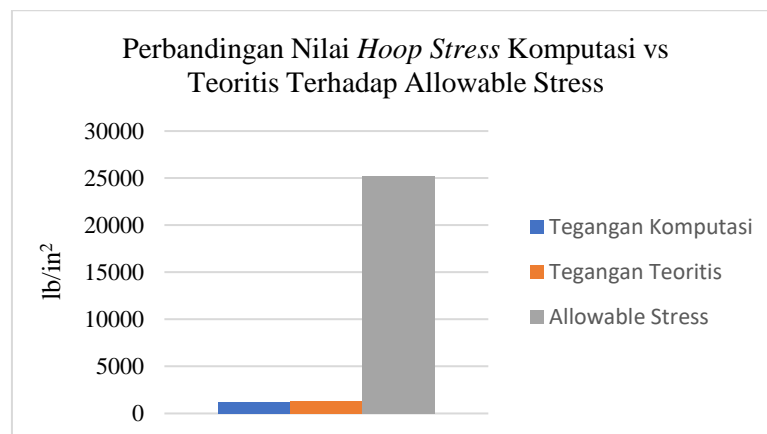
$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\ &= \frac{101,5287 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\ &= 1356,1165 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.21. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

d. *Operating Stress*

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{ax} &= P \times A_i \\ &= 101,2567 \times 50,002 \\ &= 5063,0375 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\ &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\ &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\ &= 8,4 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{5063,0375}{8,4} = 602,7426 \text{ lb/in}^2\end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 6. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{33377}{16,8} = 1986,7262 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekan pipa

Nilai tegangan tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{P d_o}{4t} \\
 &= \frac{101,2567 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{873,339}{1,288} = 678,0583 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_L = \frac{Pd_o}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A}$$

$$S_L = 678,0583 + 1986,7262 + 602,7426$$

$$S_L = 3267,527 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}$$

$$= \frac{\sqrt{(2,383 \times (-763))^2 + (1,986 \times 33369)^2}}{16,8}$$

$$= 3946,1769 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{1127}{2 \times 16,8}$$

$$= 33,5417 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(3946,1769)^2 + 4(33,5417)^2}$$

$$= 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

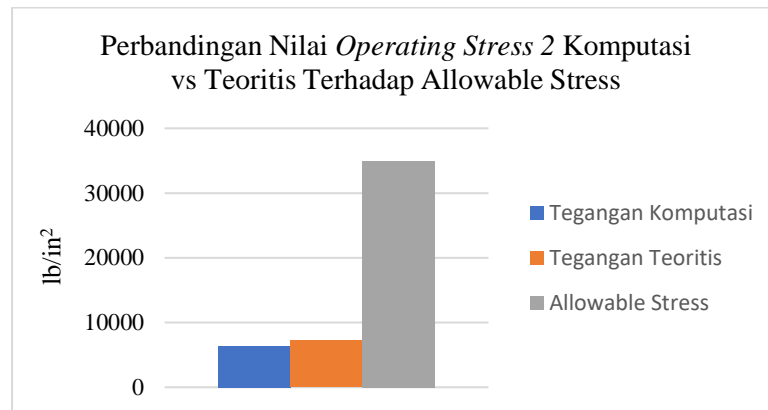
Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 3267,527 \text{ lb/in}^2 + 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

$$= 7214,2741 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *operating stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.22. Perbandingan Nilai *Operating Stress 2* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.4. Analisis tegangan akibat *sustain load case 1 (W+P1)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *sustain load case 1* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 150*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 150*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* karena tegangan pada *sustain load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan operasi. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* untuk *node 150* berturut-turut yaitu 2157 lb/in² dan 1503,7 lb/in².

c. Hoop Stress

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S &= F \times E \times S_y \\ &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\ &= 25200 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

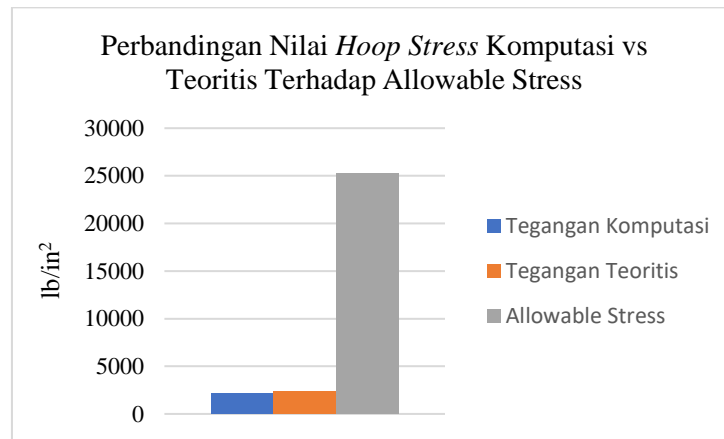
- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$S_H = \frac{PD}{2t} < S$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 2331,0174 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar B.1.23. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

d. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{L_{allowable}} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m} \\
 A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\
 &= 50,002 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{ax} &= P \times A_i \\
 &= 174,0493 \times 50,002 \\
 &= 8702,8131 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\
 &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\
 &= 8,4 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 8. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\
 &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\
 &= 72,453 \text{ in}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{I}{r_o} \\
 &= \frac{72,453}{4,3125} \\
 &= 16,8 \text{ in}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_b &= \frac{M}{Z} \\
 &= \frac{7864}{16,8} = 468,0952 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{LP} &= \frac{Pd_o}{4t} \\
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

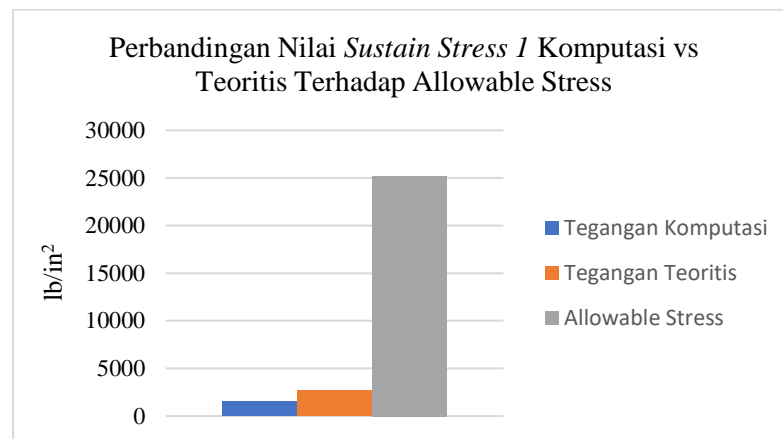
$$S_L = \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *allowable stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 1165,5087 + 468,0952 + 1036,0492 < 26250$$

$$S_L = 2669,6531 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *sustain stress I* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar B.1.24. Perbandingan Nilai *Sustain Stress I* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.5. Analisis tegangan akibat *sustain load case 2 (W+P2)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *sustain load case 2* terbesar terjadi pada *node 150*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 150*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 150*, yaitu membandingkan *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* karena tegangan pada *sustain load case* dipengaruhi oleh berat komponen dan tekanan *operasi*. Nilai *hoop stress* dan *longitudinal stress (sustain stress)* untuk *node 150* berturut-turut yaitu 1258,2 lb/in² dan 1071,7 lb/in².

c. *Hoop Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa (S)

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

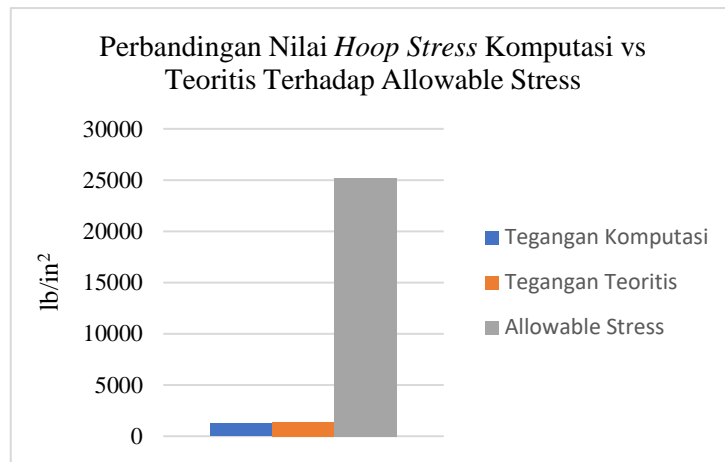
$$\begin{aligned}
 S &= F \times E \times S_y \\
 &= 0,72 \times 1 \times 35000 \\
 &= 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai *hoop stress*

Nilai *hoop stress* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_H &= \frac{PD}{2t} < S \\
 &= \frac{101,5287 \times 8,625}{2 \times 0,322} < 25200 \\
 &= 1356,1165 \text{ lb/in}^2 < 25200 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *hoop stress* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar 4.71.



Gambar B.1.25. Perbandingan Nilai *Hoop Stress* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

d. *Longitudinal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_{Lallowable} &= 0,75 \times S_y \\
 &= 0,75 \times 35000 \\
 &= 26250 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\
 &= \frac{P \times A_i}{A_m}
 \end{aligned}$$

$$A_i = \frac{\pi}{4} \times d_i^2$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2$$

$$= 50,002 \text{ in}^2$$

$$F_{ax} = P \times A_i$$

$$= 101,5287 \times 50,002$$

$$= 5063,0375 \text{ lb}$$

$$A_m = \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2)$$

$$= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2))$$

$$= \frac{3,14}{4} \times 10,7$$

$$= 8,4 \text{ in}^2$$

$$\sigma_{ax} = \frac{F_{ax}}{A_m}$$

$$= \frac{5063,0375}{8,4} = 602,7426 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 150 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 10. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$I = \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4)$$

$$= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4))$$

$$= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226))$$

$$= \frac{3,14}{64} \times 1476,739$$

$$= 72,453 \text{ in}^4$$

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$= \frac{72,453}{4,3125}$$

$$= 16,8 \text{ in}^3$$

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{7864}{16,8} = 468,0952 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan tegangan tekan pipa

Nilai tegangan tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{LP} = \frac{Pd_o}{4t}$$

$$= \frac{101,2567 \times 8,625}{4 \times (0,322)}$$

$$= \frac{873,3390}{1,288} = 678,0583 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

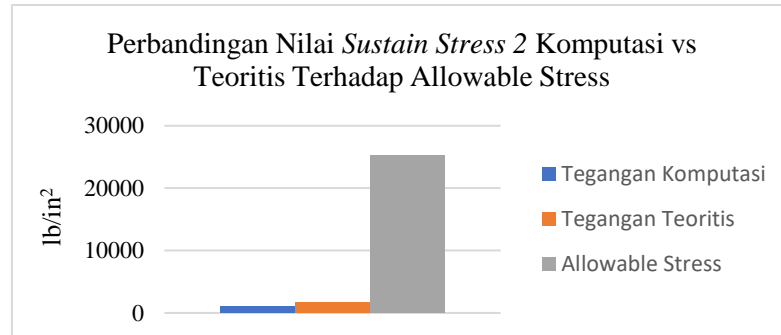
$$S_L = \frac{Pd_o}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A} < 0,75S_y$$

Persamaan di atas merupakan jumlah dari tegangan longitudinal tekan pipa, tegangan tekuk akibat beban sustain, tegangan aksial pipa, dan harus lebih kecil dari nilai *allowable stress*, sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$S_L = 678,0583 + 468,0952 + 602,7426 < 26250$$

$$S_L = 1748,8961 \text{ lb/in}^2 < 26250 \text{ lb/in}^2$$

Grafik perbandingan nilai *sustain stress* 2 komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar 4.72.



Gambar B.1.26. Perbandingan Nilai *Sustain Stress* 2 Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.6. Analisis tegangan akibat *expansion load case 1 (L2-L4)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 1* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan *thermal stress* komputasi dengan teoritis karena tegangan pada *expansion load case* hanya dipengaruhi oleh temperatur operasi. Nilai *thermal stress* komputasi untuk *node 240* yaitu 15196,2 lb/in².

b. *Thermal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_A = f(1,25S_c + 0,25S_h)$$

$$f = 6,0N^{-0,2} \text{ (asumsikan } N = 100000)$$

$$= 6,0 \times (100000)^{-0,2}$$

$$= 0,6$$

Untuk temperatur operasi minimum 100°F, $S_c = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

Untuk temperatur operasi maksimum 200°F, $S_h = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

$$\begin{aligned}
 S_A &= f(1,25S_c + 0,25S_h) \\
 &= 0,6 \times (1,25(20000) + 0,25(20000)) \\
 &= 18000 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan *thermal stress*

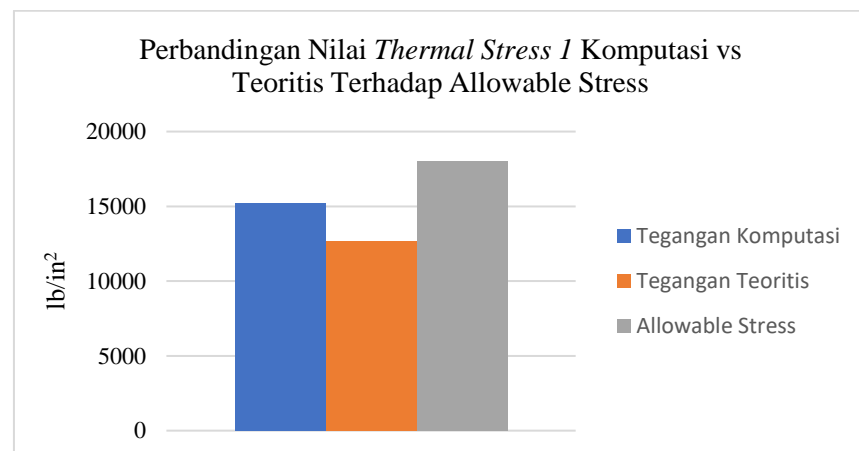
Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}
 S_E &= \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} < S_A \\
 S_b &= \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \\
 &= \frac{\sqrt{(2,383 \times 2429)^2 + (1,986 \times 107152)^2}}{16,8} \\
 &= 12671,5821 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\
 &= \frac{-2084}{2 \times 16,8} \\
 &= -62,0238 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_E &= \sqrt{(12671,5821)^2 + 4(-62,0238)^2} < S_A \\
 &= 12672,1892 \text{ lb/in}^2 < 18000 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *thermal stress I* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.27. Perbandingan Nilai *Thermal Stress I* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.7. Analisis tegangan akibat *expansion load case 2 (L3-L5)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 2* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan *thermal stress* komputasi dengan teoritis karena tegangan pada *expansion load case* hanya dipengaruhi oleh temperatur operasi. Nilai *thermal stress* komputasi untuk *node 240* yaitu 7445,6 lb/in².

b. *Thermal Stress*

- Menentukan nilai tegangan yang diizinkan pada pipa

Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_A = f(1,25S_c + 0,25S_h)$$

$$f = 6,0N^{-0,2} \text{ (asumsikan } N = 100000)$$

$$= 6,0 \times (100000)^{-0,2}$$

$$= 0,6$$

Untuk temperatur operasi minimum 100°F, $S_c = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

Untuk temperatur operasi maksimum 200°F, $S_h = 20000 \text{ lb/in}^2$ (lihat lampiran D.1)

$$S_A = f(1,25S_c + 0,25S_h)$$

$$= 0,6 \times (1,25(20000) + 0,25(20000))$$

$$= 18000 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan *thermal stress*

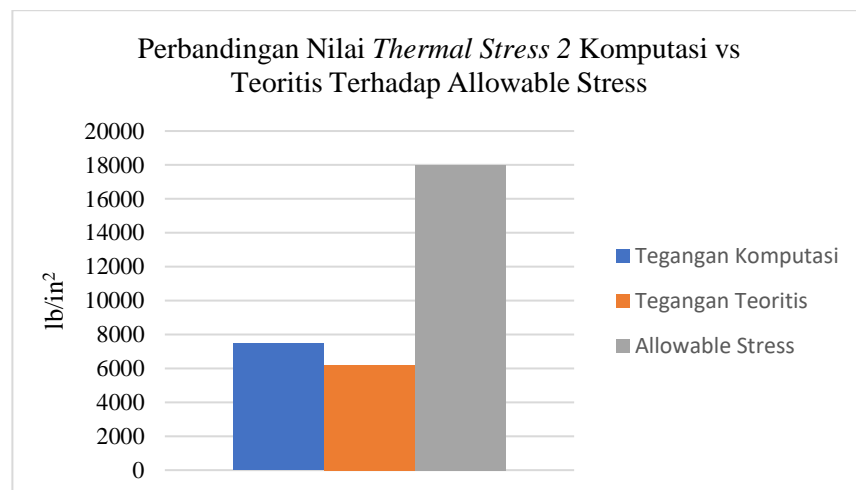
Nilai *allowable stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2} < S_A$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sqrt{(2,383 \times 1143)^2 + (1,986 \times 52503)^2}}{16,8} \\
&= 6208,7219 \text{ lb/in}^2 \\
S_t &= \frac{M_t}{2Z} \\
&= \frac{-557}{2 \times 16,8} \\
&= -16,5774 \text{ lb/in}^2 \\
S_E &= \sqrt{(6208,7219)^2 + 4(-16,5774)^2} < S_A \\
&= 6208,8104 \text{ lb/in}^2 < 18000 \text{ lb/in}^2
\end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *thermal stress 2* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.28. Perbandingan Nilai *Thermal Stress 2* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

IV.6.8. Analisis tegangan akibat *expansion load case 3 (L2-L3)*

Berdasarkan hasil analisis komputasi tegangan akibat *expansion load case 3* terbesar terjadi pada *node 240*, sehingga analisis dengan pendekatan teoritis menggunakan ASME B31.4 dilakukan pada *node 240*.

Analisis tegangan yang dilakukan pada *node 240*, yaitu membandingkan selisih nilai *operating stress 1* teoritis dan nilai *operating stress 2* teoritis atau *expansion load case 3* teoritis dengan

nilai tegangan akibat *expansion load case 3* komputasi. Nilai tegangan akibat *expansion load case 3* komputasi untuk *node 240* yaitu 8182,7 lb/in².

d. *Operating Stress I* teoritis

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{ax} &= P \times A_i \\ &= 174,0493 \times 50,002 \\ &= 8702,8131 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\ &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\ &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\ &= 8,4 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{8702,8131}{8,4} = 1036,0492 \text{ lb/in}^2\end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 4. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\ &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\ &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\ &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\ &= 72,453 \text{ in}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{I}{r_o} \\ &= \frac{72,453}{4,3125} \\ &= 16,8 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{M}{Z} \\ &= \frac{69305}{16,8} = 4125,2976 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan longitudinal tekan pipa

Nilai tegangan longitudinal tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{LP} = \frac{P d_o}{4t}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{174,0493 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\
 &= \frac{1501,1752}{1,288} = 1165,5087 \text{ lb/in}^2
 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_L = \frac{Pd}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A}$$

$$S_L = 1165,5087 + 4125,2976 + 1036,0492$$

$$S_L = 6326,8555 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}$$

$$= \frac{\sqrt{(2,383 \times 571)^2 + (1,986 \times 69303)^2}}{16,8}$$

$$= 8193,005 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{2828}{2 \times 16,8}$$

$$= 84,1667 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(8193,005)^2 + 4(84,1667)^2}$$

$$= 8194,7341 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 6326,8555 \text{ lb/in}^2 + 8194,7341 \text{ lb/in}^2$$

$$= 14521,5896 \text{ lb/in}^2$$

e. *Operating Stress 2* teoritis

Merupakan jumlah dari tegangan longitudinal dan tegangan termal.

- Menentukan tegangan aksial

Nilai tegangan aksial dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{P \times A_i}{A_m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_i &= \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \\ &= \frac{3,14}{4} \times 7,981^2 \\ &= 50,002 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_{ax} &= P \times A_i \\ &= 101,2567 \times 50,002 \\ &= 5063,0375 \text{ lb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_m &= \frac{\pi}{4} \times (d_o^2 - d_i^2) \\ &= \frac{3,14}{4} \times ((8,625^2) - (7,981^2)) \\ &= \frac{3,14}{4} \times 10,7 \\ &= 8,4 \text{ in}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{ax} &= \frac{F_{ax}}{A_m} \\ &= \frac{5063,0375}{8,4} = 602,7426 \text{ lb/in}^2\end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekuk akibat beban sustain

Nilai tegangan tekuk akibat beban sustain dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_b = \frac{M}{Z}$$

Nilai M (*bending moment*) untuk *node* 210 dapat dilihat pada lampiran C.3, tabel 6. Untuk menghitung nilai Z (modulus penampang pipa), dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$Z = \frac{I}{r_o}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{\pi}{64} (d_o^4 - d_i^4) \\ &= \frac{3,14}{64} \times ((8,625^4) - (7,981^4)) \\ &= \frac{3,14}{64} \times ((5533,965) - (4057,226)) \\ &= \frac{3,14}{64} \times 1476,739 \\ &= 72,453 \text{ in}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{I}{r_o} \\ &= \frac{72,453}{4,3125} \\ &= 16,8 \text{ in}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{M}{Z} \\ &= \frac{33377}{16,8} = 1986,7262 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan tegangan tekan pipa

Nilai tegangan tekan pipa dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S_{LP} &= \frac{P d_o}{4t} \\ &= \frac{101,2567 \times 8,625}{4 \times (0,322)} \\ &= \frac{873,339}{1,288} = 678,0583 \text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

- Menentukan nilai tegangan longitudinal

Nilai tegangan longitudinal dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_L = \frac{Pd_o}{4t} + \frac{iM}{Z} + \frac{F_a}{A}$$

$$S_L = 678,0583 + 1986,7262 + 602,7426$$

$$S_L = 3267,527 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan *thermal stress*

Nilai *thermal stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_E = \sqrt{S_b^2 + 4S_t^2}$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z}$$

$$= \frac{\sqrt{(2,383 \times (-763))^2 + (1,986 \times 33369)^2}}{16,8}$$

$$= 3946,1769 \text{ lb/in}^2$$

$$S_t = \frac{M_t}{2Z}$$

$$= \frac{1127}{2 \times 16,8}$$

$$= 33,5417 \text{ lb/in}^2$$

$$S_E = \sqrt{(3946,1769)^2 + 4(33,5417)^2}$$

$$= 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

- Menentukan nilai *operating stress*

Nilai *operating stress* dapat dihitung dengan persamaan di bawah.

$$S_{operating} = S_L + S_E$$

$$= 3267,527 \text{ lb/in}^2 + 3946,7471 \text{ lb/in}^2$$

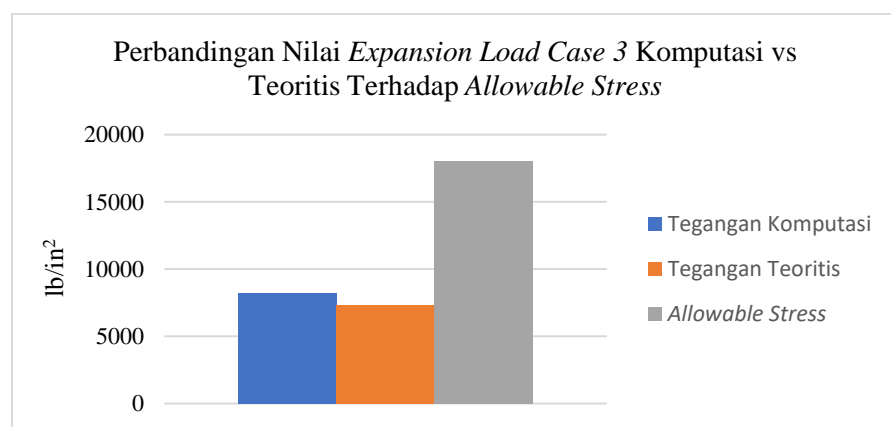
$$= 7214,2741 \text{ lb/in}^2$$

f. Selisih nilai *operating stress*

Selisih nilai *operating stress 1* teoritis dengan *operating stress 2* teoritis dihitung dengan persamaan di bawah.

$$\begin{aligned} S &= S_{operating\ 1} - S_{operating\ 2} \\ &= 14521,5896\text{ lb/in}^2 - 7214,2741\text{ lb/in}^2 \\ &= 7307,3155\text{ lb/in}^2 \end{aligned}$$

Grafik perbandingan nilai *expansion load case 3* komputasi dan teoritis dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar B.1.29. Perbandingan Nilai *Expansion Load Case 3* Komputasi vs Teoritis Terhadap *Allowable Stress*

LAMPIRAN C

***STRESS REPORT KOMPUTASI &
GLOBAL ELEMENTS REPORT KOMPUTASI***

Lampiran C.1. Tekanan 3 Bar

Tabel 1. Stress Report Hydrotest Load Case (WW+HP) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	2356.3	1	1	1131.9	36000	3.1
30	2696.2	1	1	1296.8	36000	3.6
30	2696.2	2.383	1.986	1313.7	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
40	2696.2	2.383	1.986	1338.2	36000	3.7
40	2696.2	1	1	1313.4	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	31500	4.2
60	2696.2	1	1	1310.6	31500	4.2
60	2696.2	2.383	1.986	1332.8	36000	3.7
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
70	2696.2	2.383	1.986	1319.7	36000	3.7
70	2696.2	1	1	1299.1	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	31500	4.1
90	2696.2	1	1	1296.1	31500	4.1
90	2696.2	2.383	1.986	1323.1	36000	3.7
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
100	2696.2	2.383	1.986	1585.4	36000	4.4
100	2696.2	1	1	1416.3	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	31500	4.5
120	2696.2	1	1	1536	31500	4.9
120	2696.2	1	1	1536.8	31500	4.9
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
150	2696.2	1	1	1770	31500	5.6
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2696.2	1	1	1701.9	31500	5.4
200	2696.2	1	1	1466.6	31500	4.7
200	2696.2	2.383	1.986	1704.7	36000	4.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
210	2696.2	2.383	1.986	1351.6	36000	3.8
210	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	31500	4.1
230	2696.2	1	1	1320.3	31500	4.2
230	2696.2	2.383	1.986	1345.7	36000	3.7
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
240	2696.2	2.383	1.986	1431	36000	4
240	2696.2	1	1	1352.3	36000	3.8
250	2696.2	1	1	1353.2	36000	3.8
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 2. Global Elements Report Hydrottest Load Case (WW+HP) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	267	-255	-323	-77
20	235	202	323	119
20	235	-202	-323	-119
30	220	112	323	190
30	220	-112	-323	-190
39	181	-16	270	24
39	181	16	-270	-24
40	319	-68	142	-285
40	319	68	-142	285
50	320	-68	140	-288
50	320	68	-140	288
60	271	-68	-32	-270
60	271	68	32	270
69	120	-16	-160	63
69	120	16	160	-63
70	264	112	-213	238
70	264	-112	213	-238

80	263	114	-213	237
80	263	-114	213	-237
90	331	323	-213	73
90	331	-323	213	-73
99	236	-213	-171	-28
99	236	213	171	28
100	2056	-2054	-71	-69
100	2056	2054	71	69
110	2085	-2083	-69	-69
110	2085	2083	69	69
120	4067	-4067	22	-69
120	4067	4067	-22	69
130	1037	1036	19	-69
130	1037	-1036	-19	69
140	5557	5557	16	-69
140	5557	-5557	-16	69
150	7989	7989	14	-69
150	7989	-7989	-14	69
160	9196	9196	13	-69
160	9196	-9196	-13	69
170	11264	11264	8	-69
170	11264	-11264	-8	69
180	8582	8582	5	-69
180	8582	-8582	-5	69
190	6843	6843	4	-69
190	6843	-6843	-4	69
200	2887	-2887	-1	-69
200	2887	2887	1	69
209	321	-319	6	-66
209	321	319	-6	66
210	599	596	9	-59
210	599	-596	-9	59
220	599	596	9	-59
220	599	-596	-9	59
230	309	309	9	0
230	309	-309	-9	0
239	14	3	12	7
239	14	-3	-12	-7
240	957	-957	19	10
240	957	957	-19	-10
250	973	-972	19	10
250	973	972	-19	-10
260	1607	-1607	23	10

Tabel 3. Stress Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	4626.8	0	0
30	2157	1	1	2990.2	0	0
30	2157	2.383	1.986	3845.6	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
40	2157	2.383	1.986	3230.8	0	0
40	2157	1	1	2683.9	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
60	2157	1	1	2476.6	0	0
60	2157	2.383	1.986	2489.5	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
70	2157	2.383	1.986	2669.1	0	0
70	2157	1	1	2143.9	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
90	2157	1	1	2041.7	0	0
90	2157	2.383	1.986	2439.8	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
100	2157	2.383	1.986	3440.5	0	0
100	2157	1	1	2059.1	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
150	2157	1	1	2045.4	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	4829.8	0	0
200	2157	1	1	6788.1	0	0
200	2157	2.383	1.986	14875.7	0	0
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
210	2157	2.383	1.986	12828.1	36000	35.6
210	2157	1	1	7126.5	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	31500	22.6
230	2157	1	1	6413.6	31500	20.4
230	2157	2.383	1.986	11169.2	36000	31
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
240	2157	2.383	1.986	15913.7	0	0
240	2157	1	1	7155.8	0	0
250	2157	1	1	7266.1	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 4. Global Elements Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15260	-1898	-27290	15142
20	14710	-2406	27290	-14512
20	14710	2406	-27290	14512
30	16606	-9757	27290	-13437
30	16606	9757	-27290	13437
39	10452	-20180	22972	-10264
39	10452	20180	-22972	10264
40	13661	-24497	12549	-5397
40	13661	24497	-12549	5397
50	13501	-24497	12402	-5336
50	13501	24497	-12402	5336
60	1806	-24497	-1622	793
60	1806	24497	1622	-793
69	7643	-20180	-12045	5032
69	7643	20180	12045	-5032
70	11265	-9757	-16363	5631
70	11265	9757	16363	-5631
80	11127	-9610	-16363	5609

80	11127	9610	16363	-5609
90	8084	7462	-16363	3112
90	8084	-7462	16363	-3112
99	19691	15420	-15731	1587
99	19691	-15420	15731	-1587
100	19621	13534	-14206	955
100	19621	-13534	14206	-955
110	19543	13444	-14185	955
110	19543	-13444	14185	-955
120	14887	7594	-12805	955
120	14887	-7594	12805	-955
130	10838	-1829	-10683	955
130	10838	1829	10683	-955
140	14548	-11763	-8560	955
140	14548	11763	8560	-955
150	19390	-17969	-7287	955
150	19390	17969	7287	-955
160	22618	-21645	-6565	955
160	22618	21645	6565	-955
170	43268	-43159	-3063	955
170	43268	43159	3063	-955
180	59668	-59660	-997	955
180	59668	59660	997	-955
190	66211	-66211	-276	955
190	66211	66211	276	-955
200	99130	-99078	3212	955
200	99130	99078	-3212	-955
209	29133	29010	2940	843
209	29133	-29010	-2940	-843
210	69305	69303	2828	571
210	69305	-69303	-2828	-571
220	69089	69087	2828	567
220	69089	-69087	-2828	-567
230	57828	-57803	2828	-1691
230	57828	57803	-2828	1691
239	18588	-18581	2715	-1963
239	18588	18581	-2715	1963
240	106441	106413	2443	-2075
240	106441	-106413	-2443	2075
250	108295	108268	2440	-2075
250	108295	-108268	-2440	2075
260	170259	170243	2311	-2075

Tabel 5. Stress Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	471.3	1	1	1870.1	0	0
30	539.2	1	1	1125.6	0	0
30	539.2	2.383	1.986	1344	0	0
39	539.2	2.383	1.986	1203	0	0
39	539.2	2.383	1.986	1203	0	0
40	539.2	2.383	1.986	1262.4	0	0
40	539.2	1	1	1033.4	0	0
50	539.2	1	1	1031.4	0	0
50	539.2	1	1	1031.4	0	0
60	539.2	1	1	942.6	0	0
60	539.2	2.383	1.986	951.6	0	0
69	539.2	2.383	1.986	1003.6	0	0
69	539.2	2.383	1.986	1003.6	0	0
70	539.2	2.383	1.986	986.8	0	0
70	539.2	1	1	776.7	0	0
80	539.2	1	1	774.4	0	0
80	539.2	1	1	774.4	0	0
90	539.2	1	1	736.3	0	0
90	539.2	2.383	1.986	926.3	0	0
99	539.2	2.383	1.986	1451.9	0	0
99	539.2	2.383	1.986	1451.9	0	0
100	539.2	2.383	1.986	1420.3	0	0
100	539.2	1	1	750	0	0
110	539.2	1	1	747.7	0	0
110	539.2	1	1	747.7	0	0
120	539.2	1	1	601.8	0	0
120	539.2	1	1	595.9	0	0
130	539.2	1	1	484.7	0	0
130	539.2	1	1	484.7	0	0
140	539.2	1	1	441.8	0	0
140	539.2	1	1	441.8	0	0
150	539.2	1	1	487.3	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	539.2	1	1	1917.6	0	0
200	539.2	1	1	3196.9	0	0
200	539.2	2.383	1.986	7337.8	0	0
209	539.2	2.383	1.986	2883.6	36000	8
209	539.2	2.383	1.986	2883.6	36000	8
210	539.2	2.383	1.986	5944.7	36000	16.5
210	539.2	1	1	3198.8	36000	8.9
220	539.2	1	1	3192.6	36000	8.9
220	539.2	1	1	3192.6	31500	10.1
230	539.2	1	1	2853.7	31500	9.1
230	539.2	2.383	1.986	5164.6	36000	14.3
239	539.2	2.383	1.986	2259.7	36000	6.3
239	539.2	2.383	1.986	2259.7	36000	6.3
240	539.2	2.383	1.986	7496.3	0	0
240	539.2	1	1	3235.9	0	0
250	539.2	1	1	3289.5	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 6. Global Elements Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4610	-1041	-13240	4491
20	4261	-1029	13240	-4135
20	4261	1029	-13240	4135
30	5767	-4564	13240	-3527
30	5767	4564	-13240	3527
39	2623	-9576	11164	-2370
39	2623	9576	-11164	2370
40	6241	-11652	6152	-1048
40	6241	11652	-6152	1048
50	6168	-11652	6081	-1032
50	6168	11652	-6081	1032
60	962	-11652	-663	697
60	962	11652	663	-697
69	3373	-9576	-5675	1942
69	3373	9576	5675	-1942
70	4924	-4564	-7751	1849
70	4924	4564	7751	-1849

80	4854	-4493	-7751	1837
80	4854	4493	7751	-1837
90	3740	3716	-7751	425
90	3740	-3716	7751	-425
99	9068	7618	-7394	-437
99	9068	-7618	7394	437
100	9400	6760	-6532	-795
100	9400	-6760	6532	795
110	9360	6716	-6519	-795
110	9360	-6716	6519	795
120	6897	3824	-5739	-795
120	6897	-3824	5739	795
130	5010	1319	-4834	-795
130	5010	-1319	4834	795
140	4279	-1698	-3928	-795
140	4279	1698	3928	795
150	5054	-3754	-3385	-795
150	5054	3754	3385	795
160	5937	-5078	-3077	-795
160	5937	5078	3077	795
170	15261	-15178	-1582	-795
170	15261	15178	1582	795
180	24956	-24946	-701	-795
180	24956	24946	701	795
190	29148	-29145	-393	-795
190	29148	29145	393	795
200	50657	-50645	1096	-795
200	50657	50645	-1096	795
209	13166	13163	1118	-785
209	13166	-13163	-1118	785
210	33377	33369	1127	-763
210	33377	-33369	-1127	763
220	33273	33264	1127	-763
220	33273	-33264	-1127	763
230	28092	-28086	1127	-580
230	28092	28086	-1127	580
239	8960	-8951	1136	-558
239	8960	8951	-1136	558
240	51776	51763	1158	-549
240	51776	-51763	-1158	549
250	52676	52663	1158	-549
250	52676	-52663	-1158	549
260	82679	82671	1169	-549

Tabel 7. Stress Report Sustain Load Case 1 (W+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	901.5	21600	4.2
30	2157	1	1	1035	21600	4.8
30	2157	2.383	1.986	1045.8	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
40	2157	2.383	1.986	1074.6	21600	5
40	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	18900	5.6
60	2157	1	1	1048.8	18900	5.5
60	2157	2.383	1.986	1067.3	21600	4.9
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
70	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
70	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	18900	5.5
90	2157	1	1	1035	18900	5.5
90	2157	2.383	1.986	1056.1	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
100	2157	2.383	1.986	1301.7	21600	6
100	2157	1	1	1147	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	18900	6.1
120	2157	1	1	1253.1	18900	6.6
120	2157	1	1	1253.6	18900	6.6
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
150	2157	1	1	1503.7	18900	8
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	1437	18900	7.6
200	2157	1	1	1195.4	18900	6.3
200	2157	2.383	1.986	1416.4	21600	6.6
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
210	2157	2.383	1.986	1083	21600	5
210	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	18900	5.5
230	2157	1	1	1054.1	18900	5.6
230	2157	2.383	1.986	1072.8	21600	5
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
240	2157	2.383	1.986	1141	21600	5.3
240	2157	1	1	1080.2	21600	5
250	2157	1	1	1080.9	21600	5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 8. Global Elements Report Sustain Load Case 1 (W+PI) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238

70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236
80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 9. Stress Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	471.3	1	1	225.8	21600	1
30	539.2	1	1	257.5	21600	1.2
30	539.2	2.383	1.986	268.3	21600	1.2
39	539.2	2.383	1.986	269.8	21600	1.2
39	539.2	2.383	1.986	269.8	21600	1.2
40	539.2	2.383	1.986	297.1	21600	1.4
40	539.2	1	1	274.7	21600	1.3
50	539.2	1	1	274.7	21600	1.3
50	539.2	1	1	274.7	18900	1.5
60	539.2	1	1	271.3	18900	1.4
60	539.2	2.383	1.986	289.8	21600	1.3
69	539.2	2.383	1.986	268.6	21600	1.2
69	539.2	2.383	1.986	268.6	21600	1.2
70	539.2	2.383	1.986	283.2	21600	1.3
70	539.2	1	1	263	21600	1.2
80	539.2	1	1	262.9	21600	1.2
80	539.2	1	1	262.9	18900	1.4
90	539.2	1	1	257.5	18900	1.4
90	539.2	2.383	1.986	278.7	21600	1.3
99	539.2	2.383	1.986	278.5	21600	1.3
99	539.2	2.383	1.986	278.5	21600	1.3
100	539.2	2.383	1.986	524.2	21600	2.4
100	539.2	1	1	369.6	21600	1.7
110	539.2	1	1	371.1	21600	1.7
110	539.2	1	1	371.1	18900	2
120	539.2	1	1	475.6	18900	2.5
120	539.2	1	1	476.1	18900	2.5
130	539.2	1	1	328.6	18900	1.7
130	539.2	1	1	328.6	18900	1.7
140	539.2	1	1	586.2	18900	3.1
140	539.2	1	1	586.2	18900	3.1
150	539.2	1	1	726.2	18900	3.8
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	539.2	1	1	659.5	18900	3.5
200	539.2	1	1	417.9	18900	2.2
200	539.2	2.383	1.986	638.9	21600	3
209	539.2	2.383	1.986	283.2	21600	1.3
209	539.2	2.383	1.986	283.2	21600	1.3
210	539.2	2.383	1.986	305.5	21600	1.4
210	539.2	1	1	263	21600	1.2
220	539.2	1	1	263	21600	1.2
220	539.2	1	1	263	18900	1.4
230	539.2	1	1	276.6	18900	1.5
230	539.2	2.383	1.986	295.3	21600	1.4
239	539.2	2.383	1.986	265.7	21600	1.2
239	539.2	2.383	1.986	265.7	21600	1.2
240	539.2	2.383	1.986	363.6	21600	1.7
240	539.2	1	1	302.7	21600	1.4
250	539.2	1	1	303.4	21600	1.4
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 10. Global Elements Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238
70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236

80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 11. Stress Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	3628	28800	12.6
30	0	1	1	1892.5	28800	6.6
30	0	2.383	1.986	2763.1	28800	9.6
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
40	0	2.383	1.986	2192.4	28800	7.6
40	0	1	1	1660.1	28800	5.8
50	0	1	1	1655.5	28800	5.7
50	0	1	1	1655.5	25200	6.6
60	0	1	1	1458.4	25200	5.8
60	0	2.383	1.986	1473.3	28800	5.1
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
70	0	2.383	1.986	1692.7	28800	5.9
70	0	1	1	1172	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	25200	4.6
90	0	1	1	1069.7	25200	4.2
90	0	2.383	1.986	1449.7	28800	5
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
100	0	2.383	1.986	2753.5	28800	9.6
100	0	1	1	1246.9	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	25200	4.9
120	0	1	1	1018.3	25200	4
120	0	1	1	1018.3	25200	4
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
150	0	1	1	1598.5	25200	6.3
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	4340.6	25200	17.2
200	0	1	1	5738.3	25200	22.8
200	0	2.383	1.986	13673.3	28800	47.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
210	0	2.383	1.986	9755	28800	33.9
210	0	1	1	4095.9	28800	14.2
220	0	1	1	4083	28800	14.2
220	0	1	1	4083	25200	16.2
230	0	1	1	3457.9	25200	13.7
230	0	2.383	1.986	8232.3	28800	28.6
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
240	0	2.383	1.986	15196.2	28800	52.8
240	0	1	1	6377.5	28800	22.1
250	0	1	1	6488.5	28800	22.5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 12. Global Elements Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15248	-1700	-27044	15153
20	14786	-2562	27044	-14562
20	14786	2562	-27044	14562
30	16751	-9843	27044	-13554
30	16751	9843	-27044	13554
39	10415	-20166	22768	-10251
39	10415	20166	-22768	10251
40	13463	-24442	12445	-5135
40	13463	24442	-12445	5135
50	13303	-24442	12299	-5071
50	13303	24442	-12299	5071
60	1889	-24442	-1591	1017
60	1889	24442	1591	-1017
69	7651	-20166	-11915	4949
69	7651	20166	11915	-4949
70	11224	-9843	-16191	5393
70	11224	9843	16191	-5393
80	11086	-9697	-16191	5373

80	11086	9697	16191	-5373
90	7822	7211	-16191	3032
90	7822	-7211	16191	-3032
99	19829	15660	-15599	1602
99	19829	-15660	15599	-1602
100	20936	15412	-14169	1010
100	20936	-15412	14169	-1010
110	20875	15348	-14149	1010
110	20875	-15348	14149	-1010
120	17086	11255	-12856	1010
120	17086	-11255	12856	-1010
130	11141	-3010	-10726	1010
130	11141	3010	10726	-1010
140	19295	-17274	-8597	1010
140	19295	17274	8597	-1010
150	26850	-25833	-7319	1010
150	26850	25833	7319	-1010
160	31384	-30683	-6595	1010
160	31384	30683	6595	-1010
170	54308	-54220	-3082	1010
170	54308	54220	3082	-1010
180	68112	-68104	-1009	1010
180	68112	68104	1009	-1010
190	72955	-72954	-286	1010
190	72955	72954	286	-1010
200	96450	-96396	3214	1010
200	96450	96396	-3214	-1010
209	29460	29336	2936	895
209	29460	-29336	-2936	-895
210	68790	68787	2821	618
210	68790	-68787	-2821	-618
220	68574	68571	2821	614
220	68574	-68571	-2821	-614
230	58056	-58031	2821	-1691
230	58056	58031	-2821	1691
239	18587	-18579	2706	-1969
239	18587	18579	-2706	1969
240	107180	107152	2429	-2084
240	107180	-107152	-2429	2084
250	109047	109020	2425	-2084
250	109047	-109020	-2425	2084
260	171527	171512	2293	-2084

Tabel 13. Stress Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	1613	28800	5.6
30	0	1	1	849.2	28800	2.9
30	0	2.383	1.986	1080	28800	3.8
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
40	0	2.383	1.986	999.5	28800	3.5
40	0	1	1	779.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	25200	3.1
60	0	1	1	693.1	25200	2.8
60	0	2.383	1.986	706.1	28800	2.5
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
70	0	2.383	1.986	746.5	28800	2.6
70	0	1	1	537.6	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	25200	2.1
90	0	1	1	496.2	25200	2
90	0	2.383	1.986	668.1	28800	2.3
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
100	0	2.383	1.986	1446	28800	5
100	0	1	1	644.5	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	25200	2.6
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
140	0	1	1	491.5	25200	2
140	0	1	1	491.5	25200	2
150	0	1	1	721.8	25200	2.9
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	2135.7	25200	8.5
200	0	1	1	2854.5	25200	11.3
200	0	2.383	1.986	6802	28800	23.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
210	0	2.383	1.986	4659.4	28800	16.2
210	0	1	1	1956.1	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	25200	7.7
230	0	1	1	1686.1	25200	6.7
230	0	2.383	1.986	4015.7	28800	13.9
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
240	0	2.383	1.986	7445.6	28800	25.9
240	0	1	1	3124.4	28800	10.8
250	0	1	1	3178.6	28800	11
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 14. Global Elements Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4580	-843	-12995	4501
20	4349	-1185	12995	-4185
20	4349	1185	-12995	4185
30	5907	-4649	12995	-3644
30	5907	4649	-12995	3644
39	2556	-9562	10960	-2357
39	2556	9562	-10960	2357
40	6098	-11597	6048	-785
40	6098	11597	-6048	785
50	6027	-11597	5978	-767
50	6027	11597	-5978	767
60	1117	-11597	-632	921
60	1117	11597	632	-921
69	3395	-9562	-5544	1858
69	3395	9562	5544	-1858
70	4921	-4649	-7579	1611
70	4921	4649	7579	-1611
80	4852	-4580	-7579	1600

80	4852	4580	7579	-1600
90	3483	3466	-7579	345
90	3483	-3466	7579	-345
99	9227	7858	-7261	-422
99	9227	-7858	7261	422
100	10807	8638	-6494	-740
100	10807	-8638	6494	740
110	10787	8621	-6484	-740
110	10787	-8621	6484	740
120	9463	7485	-5790	-740
120	9463	-7485	5790	740
130	4879	138	-4877	-740
130	4879	-138	4877	740
140	8228	-7209	-3965	-740
140	8228	7209	3965	740
150	12110	-11618	-3417	-740
150	12110	11618	3417	740
160	14454	-14116	-3107	-740
160	14454	14116	3107	740
170	26288	-26239	-1601	-740
170	26288	26239	1601	740
180	33398	-33391	-713	-740
180	33398	33391	713	740
190	35891	-35889	-403	-740
190	35891	35889	403	740
200	47976	-47963	1097	-740
200	47976	47963	-1097	740
209	13492	13489	1113	-733
209	13492	-13489	-1113	733
210	32861	32853	1120	-717
210	32861	-32853	-1120	717
220	32757	32749	1120	-716
220	32757	-32749	-1120	716
230	28319	-28313	1120	-580
230	28319	28313	-1120	580
239	8959	-8950	1127	-564
239	8959	8950	-1127	564
240	52515	52503	1143	-557
240	52515	-52503	-1143	557
250	53427	53415	1143	-557
250	53427	-53415	-1143	557
260	83947	83939	1151	-557

Tabel 15. Stress Report Expansion Load Case 3 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1413.8	1	1	2738	28800	9.5
30	1617.7	1	1	1846	28800	6.4
30	1617.7	2.383	1.986	2523.8	28800	8.8
39	1617.7	2.383	1.986	2244.3	28800	7.8
39	1617.7	2.383	1.986	2244.3	28800	7.8
40	1617.7	2.383	1.986	2016.7	28800	7
40	1617.7	1	1	1669.6	28800	5.8
50	1617.7	1	1	1666.9	28800	5.8
50	1617.7	1	1	1666.9	25200	6.6
60	1617.7	1	1	1543.9	25200	6.1
60	1617.7	2.383	1.986	1550.2	28800	5.4
69	1617.7	2.383	1.986	1686.9	28800	5.9
69	1617.7	2.383	1.986	1686.9	28800	5.9
70	1617.7	2.383	1.986	1740.1	28800	6
70	1617.7	1	1	1416.7	28800	4.9
80	1617.7	1	1	1414.3	28800	4.9
80	1617.7	1	1	1414.3	25200	5.6
90	1617.7	1	1	1358.6	25200	5.4
90	1617.7	2.383	1.986	1580.8	28800	5.5
99	1617.7	2.383	1.986	2207.1	28800	7.7
99	1617.7	2.383	1.986	2207.1	28800	7.7
100	1617.7	2.383	1.986	2102.5	28800	7.3
100	1617.7	1	1	1395.3	28800	4.8
110	1617.7	1	1	1393.1	28800	4.8
110	1617.7	1	1	1393.1	25200	5.5
120	1617.7	1	1	1265.2	25200	5
120	1617.7	1	1	1265.2	25200	5
130	1617.7	1	1	1186.1	25200	4.7
130	1617.7	1	1	1186.1	25200	4.7
140	1617.7	1	1	1444.8	25200	5.7
140	1617.7	1	1	1444.8	25200	5.7
150	1617.7	1	1	1660.6	25200	6.6
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	1617.7	1	1	2985	25200	11.8
200	1617.7	1	1	3663.5	25200	14.5
200	1617.7	2.383	1.986	7650.1	28800	26.6
209	1617.7	2.383	1.986	3042.8	28800	10.6
209	1617.7	2.383	1.986	3042.8	28800	10.6
210	1617.7	2.383	1.986	5876	28800	20.4
210	1617.7	1	1	2919.1	28800	10.1
220	1617.7	1	1	2912.5	28800	10.1
220	1617.7	1	1	2912.5	25200	11.6
230	1617.7	1	1	2549.6	25200	10.1
230	1617.7	2.383	1.986	4994.4	28800	17.3
239	1617.7	2.383	1.986	2148.7	28800	7.5
239	1617.7	2.383	1.986	2148.7	28800	7.5
240	1617.7	2.383	1.986	8528.2	28800	29.6
240	1617.7	1	1	4030.8	28800	14
250	1617.7	1	1	4087.6	28800	14.2
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 16. Global Elements Report Expansion Load Case 2 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	10686	-857	-14049	10651
20	10469	-1377	14049	-10378
20	10469	1377	-14049	10378
30	11189	-5193	14049	-9910
30	11189	5193	-14049	9910
39	7939	-10604	11808	-7893
39	7939	10604	-11808	7893
40	7736	-12846	6397	-4349
40	7736	12846	-6397	4349
50	7647	-12846	6321	-4303
50	7647	12846	-6321	4303
60	965	-12846	-960	96
60	965	12846	960	-96
69	4303	-10604	-6371	3091
69	4303	10604	6371	-3091
70	6425	-5193	-8612	3782
70	6425	5193	8612	-3782
80	6357	-5117	-8612	3773

80	6357	5117	8612	-3773
90	4610	3745	-8612	2687
90	4610	-3745	8612	-2687
99	10703	7802	-8337	2025
99	10703	-7802	8337	-2025
100	10237	6774	-7675	1750
100	10237	-6774	7675	-1750
110	10199	6728	-7665	1750
110	10199	-6728	7665	-1750
120	8008	3770	-7066	1750
120	8008	-3770	7066	-1750
130	6642	-3148	-5849	1750
130	6642	3148	5849	-1750
140	11080	-10065	-4632	1750
140	11080	10065	4632	-1750
150	14741	-14215	-3902	1750
150	14741	14215	3902	-1750
160	16930	-16567	-3488	1750
160	16930	16567	3488	-1750
170	28020	-27981	-1481	1750
170	28020	27981	1481	-1750
180	34715	-34714	-296	1750
180	34715	34714	296	-1750
190	37066	-37065	117	1750
190	37066	37065	-117	-1750
200	48479	-48433	2117	1750
200	48479	48433	-2117	-1750
209	16033	15846	1823	1628
209	16033	-15846	-1823	-1628
210	35959	35934	1701	1334
210	35959	-35934	-1701	-1334
220	35847	35823	1701	1330
220	35847	-35823	-1701	-1330
230	29738	-29718	1701	-1111
230	29738	29718	-1701	1111
239	9630	-9630	1579	-1405
239	9630	9630	-1579	1405
240	54665	54650	1285	-1527
240	54665	-54650	-1285	1527
250	55620	55605	1281	-1527
250	55620	-55605	-1281	1527
260	87580	87573	1142	-1527

Lampiran C.2. Tekanan 5 Bar

Tabel 1. Stress Report Hydrotest Load Case (WW+HP) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	2356.3	1	1	1131.9	36000	3.1
30	2696.2	1	1	1296.8	36000	3.6
30	2696.2	2.383	1.986	1313.7	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
40	2696.2	2.383	1.986	1338.2	36000	3.7
40	2696.2	1	1	1313.4	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	31500	4.2
60	2696.2	1	1	1310.6	31500	4.2
60	2696.2	2.383	1.986	1332.8	36000	3.7
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
70	2696.2	2.383	1.986	1319.7	36000	3.7
70	2696.2	1	1	1299.1	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	31500	4.1
90	2696.2	1	1	1296.1	31500	4.1
90	2696.2	2.383	1.986	1323.1	36000	3.7
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
100	2696.2	2.383	1.986	1585.4	36000	4.4
100	2696.2	1	1	1416.3	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	31500	4.5
120	2696.2	1	1	1536	31500	4.9
120	2696.2	1	1	1536.8	31500	4.9
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
150	2696.2	1	1	1770	31500	5.6
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2696.2	1	1	1701.9	31500	5.4
200	2696.2	1	1	1466.6	31500	4.7
200	2696.2	2.383	1.986	1704.7	36000	4.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
210	2696.2	2.383	1.986	1351.6	36000	3.8
210	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	31500	4.1
230	2696.2	1	1	1320.3	31500	4.2
230	2696.2	2.383	1.986	1345.7	36000	3.7
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
240	2696.2	2.383	1.986	1431	36000	4
240	2696.2	1	1	1352.3	36000	3.8
250	2696.2	1	1	1353.2	36000	3.8
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 2. Global Elements Report Hydrottest Load Case (WW+HP) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	267	-255	-323	-77
20	235	202	323	119
20	235	-202	-323	-119
30	220	112	323	190
30	220	-112	-323	-190
39	181	-16	270	24
39	181	16	-270	-24
40	319	-68	142	-285
40	319	68	-142	285
50	320	-68	140	-288
50	320	68	-140	288
60	271	-68	-32	-270
60	271	68	32	270
69	120	-16	-160	63
69	120	16	160	-63
70	264	112	-213	238
70	264	-112	213	-238

80	263	114	-213	237
80	263	-114	213	-237
90	331	323	-213	73
90	331	-323	213	-73
99	236	-213	-171	-28
99	236	213	171	28
100	2056	-2054	-71	-69
100	2056	2054	71	69
110	2085	-2083	-69	-69
110	2085	2083	69	69
120	4067	-4067	22	-69
120	4067	4067	-22	69
130	1037	1036	19	-69
130	1037	-1036	-19	69
140	5557	5557	16	-69
140	5557	-5557	-16	69
150	7989	7989	14	-69
150	7989	-7989	-14	69
160	9196	9196	13	-69
160	9196	-9196	-13	69
170	11264	11264	8	-69
170	11264	-11264	-8	69
180	8582	8582	5	-69
180	8582	-8582	-5	69
190	6843	6843	4	-69
190	6843	-6843	-4	69
200	2887	-2887	-1	-69
200	2887	2887	1	69
209	321	-319	6	-66
209	321	319	-6	66
210	599	596	9	-59
210	599	-596	-9	59
220	599	596	9	-59
220	599	-596	-9	59
230	309	309	9	0
230	309	-309	-9	0
239	14	3	12	7
239	14	-3	-12	-7
240	957	-957	19	10
240	957	957	-19	-10
250	973	-972	19	10
250	973	972	-19	-10
260	1607	-1607	23	10

Tabel 3. Stress Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	4626.8	0	0
30	2157	1	1	2990.2	0	0
30	2157	2.383	1.986	3845.6	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
40	2157	2.383	1.986	3230.8	0	0
40	2157	1	1	2683.9	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
60	2157	1	1	2476.6	0	0
60	2157	2.383	1.986	2489.5	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
70	2157	2.383	1.986	2669.1	0	0
70	2157	1	1	2143.9	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
90	2157	1	1	2041.7	0	0
90	2157	2.383	1.986	2439.8	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
100	2157	2.383	1.986	3440.5	0	0
100	2157	1	1	2059.1	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
150	2157	1	1	2045.4	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	4829.8	0	0
200	2157	1	1	6788.1	0	0
200	2157	2.383	1.986	14875.7	0	0
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
210	2157	2.383	1.986	12828.1	36000	35.6
210	2157	1	1	7126.5	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	31500	22.6
230	2157	1	1	6413.6	31500	20.4
230	2157	2.383	1.986	11169.2	36000	31
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
240	2157	2.383	1.986	15913.7	0	0
240	2157	1	1	7155.8	0	0
250	2157	1	1	7266.1	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 4. Global Elements Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15260	-1898	-27290	15142
20	14710	-2406	27290	-14512
20	14710	2406	-27290	14512
30	16606	-9757	27290	-13437
30	16606	9757	-27290	13437
39	10452	-20180	22972	-10264
39	10452	20180	-22972	10264
40	13661	-24497	12549	-5397
40	13661	24497	-12549	5397
50	13501	-24497	12402	-5336
50	13501	24497	-12402	5336
60	1806	-24497	-1622	793
60	1806	24497	1622	-793
69	7643	-20180	-12045	5032
69	7643	20180	12045	-5032
70	11265	-9757	-16363	5631
70	11265	9757	16363	-5631
80	11127	-9610	-16363	5609

80	11127	9610	16363	-5609
90	8084	7462	-16363	3112
90	8084	-7462	16363	-3112
99	19691	15420	-15731	1587
99	19691	-15420	15731	-1587
100	19621	13534	-14206	955
100	19621	-13534	14206	-955
110	19543	13444	-14185	955
110	19543	-13444	14185	-955
120	14887	7594	-12805	955
120	14887	-7594	12805	-955
130	10838	-1829	-10683	955
130	10838	1829	10683	-955
140	14548	-11763	-8560	955
140	14548	11763	8560	-955
150	19390	-17969	-7287	955
150	19390	17969	7287	-955
160	22618	-21645	-6565	955
160	22618	21645	6565	-955
170	43268	-43159	-3063	955
170	43268	43159	3063	-955
180	59668	-59660	-997	955
180	59668	59660	997	-955
190	66211	-66211	-276	955
190	66211	66211	276	-955
200	99130	-99078	3212	955
200	99130	99078	-3212	-955
209	29133	29010	2940	843
209	29133	-29010	-2940	-843
210	69305	69303	2828	571
210	69305	-69303	-2828	-571
220	69089	69087	2828	567
220	69089	-69087	-2828	-567
230	57828	-57803	2828	-1691
230	57828	57803	-2828	1691
239	18588	-18581	2715	-1963
239	18588	18581	-2715	1963
240	106441	106413	2443	-2075
240	106441	-106413	-2443	2075
250	108295	108268	2440	-2075
250	108295	-108268	-2440	2075
260	170259	170243	2311	-2075

Tabel 5. Stress Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	785.4	1	1	2020.3	0	0
30	898.7	1	1	1298.4	0	0
30	898.7	2.383	1.986	1516.8	0	0
39	898.7	2.383	1.986	1375.8	0	0
39	898.7	2.383	1.986	1375.8	0	0
40	898.7	2.383	1.986	1435.2	0	0
40	898.7	1	1	1206.2	0	0
50	898.7	1	1	1204.2	0	0
50	898.7	1	1	1204.2	0	0
60	898.7	1	1	1115.4	0	0
60	898.7	2.383	1.986	1124.4	0	0
69	898.7	2.383	1.986	1176.4	0	0
69	898.7	2.383	1.986	1176.4	0	0
70	898.7	2.383	1.986	1159.5	0	0
70	898.7	1	1	949.5	0	0
80	898.7	1	1	947.2	0	0
80	898.7	1	1	947.2	0	0
90	898.7	1	1	909	0	0
90	898.7	2.383	1.986	1099	0	0
99	898.7	2.383	1.986	1624.7	0	0
99	898.7	2.383	1.986	1624.7	0	0
100	898.7	2.383	1.986	1593.1	0	0
100	898.7	1	1	922.8	0	0
110	898.7	1	1	920.5	0	0
110	898.7	1	1	920.5	0	0
120	898.7	1	1	774.6	0	0
120	898.7	1	1	768.7	0	0
130	898.7	1	1	657.5	0	0
130	898.7	1	1	657.5	0	0
140	898.7	1	1	614.6	0	0
140	898.7	1	1	614.6	0	0
150	898.7	1	1	660	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	898.7	1	1	2090.3	0	0
200	898.7	1	1	3369.7	0	0
200	898.7	2.383	1.986	7510.5	0	0
209	898.7	2.383	1.986	3070.3	36000	8.5
209	898.7	2.383	1.986	3070.3	36000	8.5
210	898.7	2.383	1.986	6131.4	36000	17
210	898.7	1	1	3385.6	36000	9.4
220	898.7	1	1	3379.3	36000	9.4
220	898.7	1	1	3379.3	31500	10.7
230	898.7	1	1	3040.5	31500	9.7
230	898.7	2.383	1.986	5351.3	36000	14.9
239	898.7	2.383	1.986	2446.4	36000	6.8
239	898.7	2.383	1.986	2446.4	36000	6.8
240	898.7	2.383	1.986	7669.1	0	0
240	898.7	1	1	3408.7	0	0
250	898.7	1	1	3462.2	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 6. Global Elements Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4610	-1041	-13240	4491
20	4261	-1029	13240	-4135
20	4261	1029	-13240	4135
30	5767	-4564	13240	-3527
30	5767	4564	-13240	3527
39	2623	-9576	11164	-2370
39	2623	9576	-11164	2370
40	6241	-11652	6152	-1048
40	6241	11652	-6152	1048
50	6168	-11652	6081	-1032
50	6168	11652	-6081	1032
60	962	-11652	-663	697
60	962	11652	663	-697
69	3373	-9576	-5675	1942
69	3373	9576	5675	-1942
70	4924	-4564	-7751	1849
70	4924	4564	7751	-1849

80	4854	-4493	-7751	1837
80	4854	4493	7751	-1837
90	3740	3716	-7751	425
90	3740	-3716	7751	-425
99	9068	7618	-7394	-437
99	9068	-7618	7394	437
100	9400	6760	-6532	-795
100	9400	-6760	6532	795
110	9360	6716	-6519	-795
110	9360	-6716	6519	795
120	6897	3824	-5739	-795
120	6897	-3824	5739	795
130	5010	1319	-4834	-795
130	5010	-1319	4834	795
140	4279	-1698	-3928	-795
140	4279	1698	3928	795
150	5054	-3754	-3385	-795
150	5054	3754	3385	795
160	5937	-5078	-3077	-795
160	5937	5078	3077	795
170	15261	-15178	-1582	-795
170	15261	15178	1582	795
180	24956	-24946	-701	-795
180	24956	24946	701	795
190	29148	-29145	-393	-795
190	29148	29145	393	795
200	50657	-50645	1096	-795
200	50657	50645	-1096	795
209	13166	13163	1118	-785
209	13166	-13163	-1118	785
210	33377	33369	1127	-763
210	33377	-33369	-1127	763
220	33273	33264	1127	-763
220	33273	-33264	-1127	763
230	28092	-28086	1127	-580
230	28092	28086	-1127	580
239	8960	-8951	1136	-558
239	8960	8951	-1136	558
240	51776	51763	1158	-549
240	51776	-51763	-1158	549
250	52676	52663	1158	-549
250	52676	-52663	-1158	549
260	82679	82671	1169	-549

Tabel 7. Stress Report Sustain Load Case 1 (W+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	901.5	21600	4.2
30	2157	1	1	1035	21600	4.8
30	2157	2.383	1.986	1045.8	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
40	2157	2.383	1.986	1074.6	21600	5
40	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	18900	5.6
60	2157	1	1	1048.8	18900	5.5
60	2157	2.383	1.986	1067.3	21600	4.9
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
70	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
70	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	18900	5.5
90	2157	1	1	1035	18900	5.5
90	2157	2.383	1.986	1056.1	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
100	2157	2.383	1.986	1301.7	21600	6
100	2157	1	1	1147	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	18900	6.1
120	2157	1	1	1253.1	18900	6.6
120	2157	1	1	1253.6	18900	6.6
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
150	2157	1	1	1503.7	18900	8
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	1437	18900	7.6
200	2157	1	1	1195.4	18900	6.3
200	2157	2.383	1.986	1416.4	21600	6.6
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
210	2157	2.383	1.986	1083	21600	5
210	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	18900	5.5
230	2157	1	1	1054.1	18900	5.6
230	2157	2.383	1.986	1072.8	21600	5
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
240	2157	2.383	1.986	1141	21600	5.3
240	2157	1	1	1080.2	21600	5
250	2157	1	1	1080.9	21600	5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 8. Global Elements Report Sustain Load Case 1 (W+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238

70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236
80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 9. Stress Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	785.4	1	1	375.9	21600	1.7
30	898.7	1	1	430.2	21600	2
30	898.7	2.383	1.986	441.1	21600	2
39	898.7	2.383	1.986	442.6	21600	2
39	898.7	2.383	1.986	442.6	21600	2
40	898.7	2.383	1.986	469.9	21600	2.2
40	898.7	1	1	447.4	21600	2.1
50	898.7	1	1	447.5	21600	2.1
50	898.7	1	1	447.5	18900	2.4
60	898.7	1	1	444	18900	2.3
60	898.7	2.383	1.986	462.6	21600	2.1
69	898.7	2.383	1.986	441.4	21600	2
69	898.7	2.383	1.986	441.4	21600	2
70	898.7	2.383	1.986	456	21600	2.1
70	898.7	1	1	435.8	21600	2
80	898.7	1	1	435.7	21600	2
80	898.7	1	1	435.7	18900	2.3
90	898.7	1	1	430.3	18900	2.3
90	898.7	2.383	1.986	451.4	21600	2.1
99	898.7	2.383	1.986	451.2	21600	2.1
99	898.7	2.383	1.986	451.2	21600	2.1
100	898.7	2.383	1.986	697	21600	3.2
100	898.7	1	1	542.3	21600	2.5
110	898.7	1	1	543.9	21600	2.5
110	898.7	1	1	543.9	18900	2.9
120	898.7	1	1	648.4	18900	3.4
120	898.7	1	1	648.9	18900	3.4
130	898.7	1	1	501.4	18900	2.7
130	898.7	1	1	501.4	18900	2.7
140	898.7	1	1	759	18900	4
140	898.7	1	1	759	18900	4
150	898.7	1	1	898.9	18900	4.8
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	898.7	1	1	832.3	18900	4.4
200	898.7	1	1	590.6	18900	3.1
200	898.7	2.383	1.986	811.7	21600	3.8
209	898.7	2.383	1.986	456	21600	2.1
209	898.7	2.383	1.986	456	21600	2.1
210	898.7	2.383	1.986	478.3	21600	2.2
210	898.7	1	1	435.8	21600	2
220	898.7	1	1	435.8	21600	2
220	898.7	1	1	435.8	18900	2.3
230	898.7	1	1	449.4	18900	2.4
230	898.7	2.383	1.986	468.1	21600	2.2
239	898.7	2.383	1.986	438.5	21600	2
239	898.7	2.383	1.986	438.5	21600	2
240	898.7	2.383	1.986	536.3	21600	2.5
240	898.7	1	1	475.5	21600	2.2
250	898.7	1	1	476.2	21600	2.2
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 10. Global Elements Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238

70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236
80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 11. Stress Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	3628	28800	12.6
30	0	1	1	1892.5	28800	6.6
30	0	2.383	1.986	2763.1	28800	9.6
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
40	0	2.383	1.986	2192.4	28800	7.6
40	0	1	1	1660.1	28800	5.8
50	0	1	1	1655.5	28800	5.7
50	0	1	1	1655.5	25200	6.6
60	0	1	1	1458.4	25200	5.8
60	0	2.383	1.986	1473.3	28800	5.1
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
70	0	2.383	1.986	1692.7	28800	5.9
70	0	1	1	1172	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	25200	4.6
90	0	1	1	1069.7	25200	4.2
90	0	2.383	1.986	1449.7	28800	5
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
100	0	2.383	1.986	2753.5	28800	9.6
100	0	1	1	1246.9	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	25200	4.9
120	0	1	1	1018.3	25200	4
120	0	1	1	1018.3	25200	4
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
150	0	1	1	1598.5	25200	6.3
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	4340.6	25200	17.2
200	0	1	1	5738.3	25200	22.8
200	0	2.383	1.986	13673.3	28800	47.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
210	0	2.383	1.986	9755	28800	33.9
210	0	1	1	4095.9	28800	14.2
220	0	1	1	4083	28800	14.2
220	0	1	1	4083	25200	16.2
230	0	1	1	3457.9	25200	13.7
230	0	2.383	1.986	8232.3	28800	28.6
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
240	0	2.383	1.986	15196.2	28800	52.8
240	0	1	1	6377.5	28800	22.1
250	0	1	1	6488.5	28800	22.5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 12. Global Elements Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15248	-1700	-27044	15153
20	14786	-2562	27044	-14562
20	14786	2562	-27044	14562
30	16751	-9843	27044	-13554
30	16751	9843	-27044	13554
39	10415	-20166	22768	-10251
39	10415	20166	-22768	10251
40	13463	-24442	12445	-5135
40	13463	24442	-12445	5135
50	13303	-24442	12299	-5071
50	13303	24442	-12299	5071
60	1889	-24442	-1591	1017
60	1889	24442	1591	-1017
69	7651	-20166	-11915	4949
69	7651	20166	11915	-4949
70	11224	-9843	-16191	5393
70	11224	9843	16191	-5393
80	11086	-9697	-16191	5373

80	11086	9697	16191	-5373
90	7822	7211	-16191	3032
90	7822	-7211	16191	-3032
99	19829	15660	-15599	1602
99	19829	-15660	15599	-1602
100	20936	15412	-14169	1010
100	20936	-15412	14169	-1010
110	20875	15348	-14149	1010
110	20875	-15348	14149	-1010
120	17086	11255	-12856	1010
120	17086	-11255	12856	-1010
130	11141	-3010	-10726	1010
130	11141	3010	10726	-1010
140	19295	-17274	-8597	1010
140	19295	17274	8597	-1010
150	26850	-25833	-7319	1010
150	26850	25833	7319	-1010
160	31384	-30683	-6595	1010
160	31384	30683	6595	-1010
170	54308	-54220	-3082	1010
170	54308	54220	3082	-1010
180	68112	-68104	-1009	1010
180	68112	68104	1009	-1010
190	72955	-72954	-286	1010
190	72955	72954	286	-1010
200	96450	-96396	3214	1010
200	96450	96396	-3214	-1010
209	29460	29336	2936	895
209	29460	-29336	-2936	-895
210	68790	68787	2821	618
210	68790	-68787	-2821	-618
220	68574	68571	2821	614
220	68574	-68571	-2821	-614
230	58056	-58031	2821	-1691
230	58056	58031	-2821	1691
239	18587	-18579	2706	-1969
239	18587	18579	-2706	1969
240	107180	107152	2429	-2084
240	107180	-107152	-2429	2084
250	109047	109020	2425	-2084
250	109047	-109020	-2425	2084
260	171527	171512	2293	-2084

Tabel 13. Stress Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	1613	28800	5.6
30	0	1	1	849.2	28800	2.9
30	0	2.383	1.986	1080	28800	3.8
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
40	0	2.383	1.986	999.5	28800	3.5
40	0	1	1	779.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	25200	3.1
60	0	1	1	693.1	25200	2.8
60	0	2.383	1.986	706.1	28800	2.5
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
70	0	2.383	1.986	746.5	28800	2.6
70	0	1	1	537.6	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	25200	2.1
90	0	1	1	496.2	25200	2
90	0	2.383	1.986	668.1	28800	2.3
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
100	0	2.383	1.986	1446	28800	5
100	0	1	1	644.5	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	25200	2.6
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
140	0	1	1	491.5	25200	2
140	0	1	1	491.5	25200	2
150	0	1	1	721.8	25200	2.9
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	2135.7	25200	8.5
200	0	1	1	2854.5	25200	11.3
200	0	2.383	1.986	6802	28800	23.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
210	0	2.383	1.986	4659.4	28800	16.2
210	0	1	1	1956.1	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	25200	7.7
230	0	1	1	1686.1	25200	6.7
230	0	2.383	1.986	4015.7	28800	13.9
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
240	0	2.383	1.986	7445.6	28800	25.9
240	0	1	1	3124.4	28800	10.8
250	0	1	1	3178.6	28800	11
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 14. Global Elements Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4580	-843	-12995	4501
20	4349	-1185	12995	-4185
20	4349	1185	-12995	4185
30	5907	-4649	12995	-3644
30	5907	4649	-12995	3644
39	2556	-9562	10960	-2357
39	2556	9562	-10960	2357
40	6098	-11597	6048	-785
40	6098	11597	-6048	785
50	6027	-11597	5978	-767
50	6027	11597	-5978	767
60	1117	-11597	-632	921
60	1117	11597	632	-921
69	3395	-9562	-5544	1858
69	3395	9562	5544	-1858
70	4921	-4649	-7579	1611
70	4921	4649	7579	-1611
80	4852	-4580	-7579	1600

80	4852	4580	7579	-1600
90	3483	3466	-7579	345
90	3483	-3466	7579	-345
99	9227	7858	-7261	-422
99	9227	-7858	7261	422
100	10807	8638	-6494	-740
100	10807	-8638	6494	740
110	10787	8621	-6484	-740
110	10787	-8621	6484	740
120	9463	7485	-5790	-740
120	9463	-7485	5790	740
130	4879	138	-4877	-740
130	4879	-138	4877	740
140	8228	-7209	-3965	-740
140	8228	7209	3965	740
150	12110	-11618	-3417	-740
150	12110	11618	3417	740
160	14454	-14116	-3107	-740
160	14454	14116	3107	740
170	26288	-26239	-1601	-740
170	26288	26239	1601	740
180	33398	-33391	-713	-740
180	33398	33391	713	740
190	35891	-35889	-403	-740
190	35891	35889	403	740
200	47976	-47963	1097	-740
200	47976	47963	-1097	740
209	13492	13489	1113	-733
209	13492	-13489	-1113	733
210	32861	32853	1120	-717
210	32861	-32853	-1120	717
220	32757	32749	1120	-716
220	32757	-32749	-1120	716
230	28319	-28313	1120	-580
230	28319	28313	-1120	580
239	8959	-8950	1127	-564
239	8959	8950	-1127	564
240	52515	52503	1143	-557
240	52515	-52503	-1143	557
250	53427	53415	1143	-557
250	53427	-53415	-1143	557
260	83947	83939	1151	-557

Tabel 15. Stress Report Expansion Load Case 3 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1099.6	1	1	2587.8	28800	9
30	1258.2	1	1	1673.2	28800	5.8
30	1258.2	2.383	1.986	2351	28800	8.2
39	1258.2	2.383	1.986	2071.6	28800	7.2
39	1258.2	2.383	1.986	2071.6	28800	7.2
40	1258.2	2.383	1.986	1844	28800	6.4
40	1258.2	1	1	1496.8	28800	5.2
50	1258.2	1	1	1494.1	28800	5.2
50	1258.2	1	1	1494.1	25200	5.9
60	1258.2	1	1	1371.1	25200	5.4
60	1258.2	2.383	1.986	1377.4	28800	4.8
69	1258.2	2.383	1.986	1514.2	28800	5.3
69	1258.2	2.383	1.986	1514.2	28800	5.3
70	1258.2	2.383	1.986	1567.3	28800	5.4
70	1258.2	1	1	1243.9	28800	4.3
80	1258.2	1	1	1241.5	28800	4.3
80	1258.2	1	1	1241.5	25200	4.9
90	1258.2	1	1	1185.8	25200	4.7
90	1258.2	2.383	1.986	1408	28800	4.9
99	1258.2	2.383	1.986	2034.3	28800	7.1
99	1258.2	2.383	1.986	2034.3	28800	7.1
100	1258.2	2.383	1.986	1929.7	28800	6.7
100	1258.2	1	1	1222.5	28800	4.2
110	1258.2	1	1	1220.3	28800	4.2
110	1258.2	1	1	1220.3	25200	4.8
120	1258.2	1	1	1092.4	25200	4.3
120	1258.2	1	1	1092.4	25200	4.3
130	1258.2	1	1	1013.4	25200	4
130	1258.2	1	1	1013.4	25200	4
140	1258.2	1	1	1272	25200	5
140	1258.2	1	1	1272	25200	5
150	1258.2	1	1	1487.8	25200	5.9
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	1258.2	1	1	2812.3	25200	11.2
200	1258.2	1	1	3490.7	25200	13.9
200	1258.2	2.383	1.986	7477.3	28800	26
209	1258.2	2.383	1.986	2870	28800	10
209	1258.2	2.383	1.986	2870	28800	10
210	1258.2	2.383	1.986	5703.2	28800	19.8
210	1258.2	1	1	2746.4	28800	9.5
220	1258.2	1	1	2739.7	28800	9.5
220	1258.2	1	1	2739.7	25200	10.9
230	1258.2	1	1	2376.8	25200	9.4
230	1258.2	2.383	1.986	4821.6	28800	16.7
239	1258.2	2.383	1.986	1975.9	28800	6.9
239	1258.2	2.383	1.986	1975.9	28800	6.9
240	1258.2	2.383	1.986	8355.4	28800	29
240	1258.2	1	1	3858.1	28800	13.4
250	1258.2	1	1	3914.9	28800	13.6
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 16. Global Elements Report Expansion Load Case 2 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	10686	-857	-14049	10651
20	10469	-1377	14049	-10378
20	10469	1377	-14049	10378
30	11189	-5193	14049	-9910
30	11189	5193	-14049	9910
39	7939	-10604	11808	-7893
39	7939	10604	-11808	7893
40	7736	-12846	6397	-4349
40	7736	12846	-6397	4349
50	7647	-12846	6321	-4303
50	7647	12846	-6321	4303
60	965	-12846	-960	96
60	965	12846	960	-96
69	4303	-10604	-6371	3091
69	4303	10604	6371	-3091
70	6425	-5193	-8612	3782
70	6425	5193	8612	-3782
80	6357	-5117	-8612	3773

80	6357	5117	8612	-3773
90	4610	3745	-8612	2687
90	4610	-3745	8612	-2687
99	10703	7802	-8337	2025
99	10703	-7802	8337	-2025
100	10237	6774	-7675	1750
100	10237	-6774	7675	-1750
110	10199	6728	-7665	1750
110	10199	-6728	7665	-1750
120	8008	3770	-7066	1750
120	8008	-3770	7066	-1750
130	6642	-3148	-5849	1750
130	6642	3148	5849	-1750
140	11080	-10065	-4632	1750
140	11080	10065	4632	-1750
150	14741	-14215	-3902	1750
150	14741	14215	3902	-1750
160	16930	-16567	-3488	1750
160	16930	16567	3488	-1750
170	28020	-27981	-1481	1750
170	28020	27981	1481	-1750
180	34715	-34714	-296	1750
180	34715	34714	296	-1750
190	37066	-37065	117	1750
190	37066	37065	-117	-1750
200	48479	-48433	2117	1750
200	48479	48433	-2117	-1750
209	16033	15846	1823	1628
209	16033	-15846	-1823	-1628
210	35959	35934	1701	1334
210	35959	-35934	-1701	-1334
220	35847	35823	1701	1330
220	35847	-35823	-1701	-1330
230	29738	-29718	1701	-1111
230	29738	29718	-1701	1111
239	9630	-9630	1579	-1405
239	9630	9630	-1579	1405
240	54665	54650	1285	-1527
240	54665	-54650	-1285	1527
250	55620	55605	1281	-1527
250	55620	-55605	-1281	1527
260	87580	87573	1142	-1527

Lampiran C.3. Tekanan 7 Bar

Tabel 1. Stress Report Hydrotest Load Case (WW+HP) Komputasi

Node	Hoop Stress (lb/sq.in)	SIF/Index In Plane	SIF/Index Out Plane	Code Stress (lb/sq.in)	Allowable Stress (lb/sq.in)	Ratio %
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	2356.3	1	1	1131.9	36000	3.1
30	2696.2	1	1	1296.8	36000	3.6
30	2696.2	2.383	1.986	1313.7	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
39	2696.2	2.383	1.986	1311.1	36000	3.6
40	2696.2	2.383	1.986	1338.2	36000	3.7
40	2696.2	1	1	1313.4	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	36000	3.6
50	2696.2	1	1	1313.5	31500	4.2
60	2696.2	1	1	1310.6	31500	4.2
60	2696.2	2.383	1.986	1332.8	36000	3.7
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
69	2696.2	2.383	1.986	1304.4	36000	3.6
70	2696.2	2.383	1.986	1319.7	36000	3.7
70	2696.2	1	1	1299.1	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	36000	3.6
80	2696.2	1	1	1299	31500	4.1
90	2696.2	1	1	1296.1	31500	4.1
90	2696.2	2.383	1.986	1323.1	36000	3.7
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
99	2696.2	2.383	1.986	1310	36000	3.6
100	2696.2	2.383	1.986	1585.4	36000	4.4
100	2696.2	1	1	1416.3	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	36000	3.9
110	2696.2	1	1	1418	31500	4.5
120	2696.2	1	1	1536	31500	4.9
120	2696.2	1	1	1536.8	31500	4.9
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
130	2696.2	1	1	1356.5	31500	4.3
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
140	2696.2	1	1	1625.4	31500	5.2
150	2696.2	1	1	1770	31500	5.6
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2696.2	1	1	1701.9	31500	5.4
200	2696.2	1	1	1466.6	31500	4.7
200	2696.2	2.383	1.986	1704.7	36000	4.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
209	2696.2	2.383	1.986	1317.1	36000	3.7
210	2696.2	2.383	1.986	1351.6	36000	3.8
210	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	36000	3.6
220	2696.2	1	1	1302.4	31500	4.1
230	2696.2	1	1	1320.3	31500	4.2
230	2696.2	2.383	1.986	1345.7	36000	3.7
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
239	2696.2	2.383	1.986	1304.8	36000	3.6
240	2696.2	2.383	1.986	1431	36000	4
240	2696.2	1	1	1352.3	36000	3.8
250	2696.2	1	1	1353.2	36000	3.8
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 2. Global Elements Report Hydrottest Load Case (WW+HP) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	267	-255	-323	-77
20	235	202	323	119
20	235	-202	-323	-119
30	220	112	323	190
30	220	-112	-323	-190
39	181	-16	270	24
39	181	16	-270	-24
40	319	-68	142	-285
40	319	68	-142	285
50	320	-68	140	-288
50	320	68	-140	288
60	271	-68	-32	-270
60	271	68	32	270
69	120	-16	-160	63
69	120	16	160	-63
70	264	112	-213	238
70	264	-112	213	-238

80	263	114	-213	237
80	263	-114	213	-237
90	331	323	-213	73
90	331	-323	213	-73
99	236	-213	-171	-28
99	236	213	171	28
100	2056	-2054	-71	-69
100	2056	2054	71	69
110	2085	-2083	-69	-69
110	2085	2083	69	69
120	4067	-4067	22	-69
120	4067	4067	-22	69
130	1037	1036	19	-69
130	1037	-1036	-19	69
140	5557	5557	16	-69
140	5557	-5557	-16	69
150	7989	7989	14	-69
150	7989	-7989	-14	69
160	9196	9196	13	-69
160	9196	-9196	-13	69
170	11264	11264	8	-69
170	11264	-11264	-8	69
180	8582	8582	5	-69
180	8582	-8582	-5	69
190	6843	6843	4	-69
190	6843	-6843	-4	69
200	2887	-2887	-1	-69
200	2887	2887	1	69
209	321	-319	6	-66
209	321	319	-6	66
210	599	596	9	-59
210	599	-596	-9	59
220	599	596	9	-59
220	599	-596	-9	59
230	309	309	9	0
230	309	-309	-9	0
239	14	3	12	7
239	14	-3	-12	-7
240	957	-957	19	10
240	957	957	-19	-10
250	973	-972	19	10
250	973	972	-19	-10
260	1607	-1607	23	10

Tabel 3. Stress Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	4626.8	0	0
30	2157	1	1	2990.2	0	0
30	2157	2.383	1.986	3845.6	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
39	2157	2.383	1.986	3400.3	0	0
40	2157	2.383	1.986	3230.8	0	0
40	2157	1	1	2683.9	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
50	2157	1	1	2679.3	0	0
60	2157	1	1	2476.6	0	0
60	2157	2.383	1.986	2489.5	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
69	2157	2.383	1.986	2647.6	0	0
70	2157	2.383	1.986	2669.1	0	0
70	2157	1	1	2143.9	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
80	2157	1	1	2139.2	0	0
90	2157	1	1	2041.7	0	0
90	2157	2.383	1.986	2439.8	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
99	2157	2.383	1.986	3561.7	0	0
100	2157	2.383	1.986	3440.5	0	0
100	2157	1	1	2059.1	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
110	2157	1	1	2054.5	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
120	2157	1	1	1777.9	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
130	2157	1	1	1537.7	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
140	2157	1	1	1757.8	0	0
150	2157	1	1	2045.4	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	4829.8	0	0
200	2157	1	1	6788.1	0	0
200	2157	2.383	1.986	14875.7	0	0
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
209	2157	2.383	1.986	6730.3	36000	18.7
210	2157	2.383	1.986	12828.1	36000	35.6
210	2157	1	1	7126.5	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	36000	19.8
220	2157	1	1	7113.6	31500	22.6
230	2157	1	1	6413.6	31500	20.4
230	2157	2.383	1.986	11169.2	36000	31
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
239	2157	2.383	1.986	5219	36000	14.5
240	2157	2.383	1.986	15913.7	0	0
240	2157	1	1	7155.8	0	0
250	2157	1	1	7266.1	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 4. Global Elements Report Operating Load Case 1 (W+T1+P1)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15260	-1898	-27290	15142
20	14710	-2406	27290	-14512
20	14710	2406	-27290	14512
30	16606	-9757	27290	-13437
30	16606	9757	-27290	13437
39	10452	-20180	22972	-10264
39	10452	20180	-22972	10264
40	13661	-24497	12549	-5397
40	13661	24497	-12549	5397
50	13501	-24497	12402	-5336
50	13501	24497	-12402	5336
60	1806	-24497	-1622	793
60	1806	24497	1622	-793
69	7643	-20180	-12045	5032
69	7643	20180	12045	-5032
70	11265	-9757	-16363	5631
70	11265	9757	16363	-5631
80	11127	-9610	-16363	5609

80	11127	9610	16363	-5609
90	8084	7462	-16363	3112
90	8084	-7462	16363	-3112
99	19691	15420	-15731	1587
99	19691	-15420	15731	-1587
100	19621	13534	-14206	955
100	19621	-13534	14206	-955
110	19543	13444	-14185	955
110	19543	-13444	14185	-955
120	14887	7594	-12805	955
120	14887	-7594	12805	-955
130	10838	-1829	-10683	955
130	10838	1829	10683	-955
140	14548	-11763	-8560	955
140	14548	11763	8560	-955
150	19390	-17969	-7287	955
150	19390	17969	7287	-955
160	22618	-21645	-6565	955
160	22618	21645	6565	-955
170	43268	-43159	-3063	955
170	43268	43159	3063	-955
180	59668	-59660	-997	955
180	59668	59660	997	-955
190	66211	-66211	-276	955
190	66211	66211	276	-955
200	99130	-99078	3212	955
200	99130	99078	-3212	-955
209	29133	29010	2940	843
209	29133	-29010	-2940	-843
210	69305	69303	2828	571
210	69305	-69303	-2828	-571
220	69089	69087	2828	567
220	69089	-69087	-2828	-567
230	57828	-57803	2828	-1691
230	57828	57803	-2828	1691
239	18588	-18581	2715	-1963
239	18588	18581	-2715	1963
240	106441	106413	2443	-2075
240	106441	-106413	-2443	2075
250	108295	108268	2440	-2075
250	108295	-108268	-2440	2075
260	170259	170243	2311	-2075

Tabel 5. Stress Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1099.6	1	1	2170.4	0	0
30	1258.2	1	1	1471.1	0	0
30	1258.2	2.383	1.986	1689.6	0	0
39	1258.2	2.383	1.986	1548.5	0	0
39	1258.2	2.383	1.986	1548.5	0	0
40	1258.2	2.383	1.986	1608	0	0
40	1258.2	1	1	1379	0	0
50	1258.2	1	1	1376.9	0	0
50	1258.2	1	1	1376.9	0	0
60	1258.2	1	1	1288.2	0	0
60	1258.2	2.383	1.986	1297.2	0	0
69	1258.2	2.383	1.986	1349.2	0	0
69	1258.2	2.383	1.986	1349.2	0	0
70	1258.2	2.383	1.986	1332.3	0	0
70	1258.2	1	1	1122.2	0	0
80	1258.2	1	1	1120	0	0
80	1258.2	1	1	1120	0	0
90	1258.2	1	1	1081.8	0	0
90	1258.2	2.383	1.986	1271.8	0	0
99	1258.2	2.383	1.986	1797.5	0	0
99	1258.2	2.383	1.986	1797.5	0	0
100	1258.2	2.383	1.986	1765.8	0	0
100	1258.2	1	1	1095.6	0	0
110	1258.2	1	1	1093.2	0	0
110	1258.2	1	1	1093.2	0	0
120	1258.2	1	1	947.4	0	0
120	1258.2	1	1	941.4	0	0
130	1258.2	1	1	830.2	0	0
130	1258.2	1	1	830.2	0	0
140	1258.2	1	1	787.4	0	0
140	1258.2	1	1	787.4	0	0
150	1258.2	1	1	832.8	0	0
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	1258.2	1	1	2263.1	0	0
200	1258.2	1	1	3542.5	0	0
200	1258.2	2.383	1.986	7683.3	0	0
209	1258.2	2.383	1.986	3257.1	36000	9
209	1258.2	2.383	1.986	3257.1	36000	9
210	1258.2	2.383	1.986	6318.1	36000	17.6
210	1258.2	1	1	3572.3	36000	9.9
220	1258.2	1	1	3566	36000	9.9
220	1258.2	1	1	3566	31500	11.3
230	1258.2	1	1	3227.2	31500	10.2
230	1258.2	2.383	1.986	5538	36000	15.4
239	1258.2	2.383	1.986	2633.1	36000	7.3
239	1258.2	2.383	1.986	2633.1	36000	7.3
240	1258.2	2.383	1.986	7841.9	0	0
240	1258.2	1	1	3581.5	0	0
250	1258.2	1	1	3635	0	0
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

**Tabel 6. Global Elements Report Operating Load Case 2 (W+T2+P2)
Komputasi**

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4610	-1041	-13240	4491
20	4261	-1029	13240	-4135
20	4261	1029	-13240	4135
30	5767	-4564	13240	-3527
30	5767	4564	-13240	3527
39	2623	-9576	11164	-2370
39	2623	9576	-11164	2370
40	6241	-11652	6152	-1048
40	6241	11652	-6152	1048
50	6168	-11652	6081	-1032
50	6168	11652	-6081	1032
60	962	-11652	-663	697
60	962	11652	663	-697
69	3373	-9576	-5675	1942
69	3373	9576	5675	-1942
70	4924	-4564	-7751	1849
70	4924	4564	7751	-1849

80	4854	-4493	-7751	1837
80	4854	4493	7751	-1837
90	3740	3716	-7751	425
90	3740	-3716	7751	-425
99	9068	7618	-7394	-437
99	9068	-7618	7394	437
100	9400	6760	-6532	-795
100	9400	-6760	6532	795
110	9360	6716	-6519	-795
110	9360	-6716	6519	795
120	6897	3824	-5739	-795
120	6897	-3824	5739	795
130	5010	1319	-4834	-795
130	5010	-1319	4834	795
140	4279	-1698	-3928	-795
140	4279	1698	3928	795
150	5054	-3754	-3385	-795
150	5054	3754	3385	795
160	5937	-5078	-3077	-795
160	5937	5078	3077	795
170	15261	-15178	-1582	-795
170	15261	15178	1582	795
180	24956	-24946	-701	-795
180	24956	24946	701	795
190	29148	-29145	-393	-795
190	29148	29145	393	795
200	50657	-50645	1096	-795
200	50657	50645	-1096	795
209	13166	13163	1118	-785
209	13166	-13163	-1118	785
210	33377	33369	1127	-763
210	33377	-33369	-1127	763
220	33273	33264	1127	-763
220	33273	-33264	-1127	763
230	28092	-28086	1127	-580
230	28092	28086	-1127	580
239	8960	-8951	1136	-558
239	8960	8951	-1136	558
240	51776	51763	1158	-549
240	51776	-51763	-1158	549
250	52676	52663	1158	-549
250	52676	-52663	-1158	549
260	82679	82671	1169	-549

Tabel 7. Stress Report Sustain Load Case 1 (W+P1) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1885	1	1	901.5	21600	4.2
30	2157	1	1	1035	21600	4.8
30	2157	2.383	1.986	1045.8	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
39	2157	2.383	1.986	1047.3	21600	4.8
40	2157	2.383	1.986	1074.6	21600	5
40	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	21600	4.9
50	2157	1	1	1052.2	18900	5.6
60	2157	1	1	1048.8	18900	5.5
60	2157	2.383	1.986	1067.3	21600	4.9
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
69	2157	2.383	1.986	1046.1	21600	4.8
70	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
70	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	21600	4.8
80	2157	1	1	1040.4	18900	5.5
90	2157	1	1	1035	18900	5.5
90	2157	2.383	1.986	1056.1	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
99	2157	2.383	1.986	1056	21600	4.9
100	2157	2.383	1.986	1301.7	21600	6
100	2157	1	1	1147	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	21600	5.3
110	2157	1	1	1148.6	18900	6.1
120	2157	1	1	1253.1	18900	6.6
120	2157	1	1	1253.6	18900	6.6
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
130	2157	1	1	1106.1	18900	5.9
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
140	2157	1	1	1363.7	18900	7.2
150	2157	1	1	1503.7	18900	8
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	2157	1	1	1437	18900	7.6
200	2157	1	1	1195.4	18900	6.3
200	2157	2.383	1.986	1416.4	21600	6.6
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
209	2157	2.383	1.986	1060.7	21600	4.9
210	2157	2.383	1.986	1083	21600	5
210	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	21600	4.8
220	2157	1	1	1040.5	18900	5.5
230	2157	1	1	1054.1	18900	5.6
230	2157	2.383	1.986	1072.8	21600	5
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
239	2157	2.383	1.986	1043.2	21600	4.8
240	2157	2.383	1.986	1141	21600	5.3
240	2157	1	1	1080.2	21600	5
250	2157	1	1	1080.9	21600	5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 8. Global Elements Report Sustain Load Case 1 (W+PI) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238

70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236
80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 9. Stress Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	1099.6	1	1	526.1	21600	2.4
30	1258.2	1	1	603	21600	2.8
30	1258.2	2.383	1.986	613.8	21600	2.8
39	1258.2	2.383	1.986	615.4	21600	2.8
39	1258.2	2.383	1.986	615.4	21600	2.8
40	1258.2	2.383	1.986	642.7	21600	3
40	1258.2	1	1	620.2	21600	2.9
50	1258.2	1	1	620.3	21600	2.9
50	1258.2	1	1	620.3	18900	3.3
60	1258.2	1	1	616.8	18900	3.3
60	1258.2	2.383	1.986	635.3	21600	2.9
69	1258.2	2.383	1.986	614.2	21600	2.8
69	1258.2	2.383	1.986	614.2	21600	2.8
70	1258.2	2.383	1.986	628.7	21600	2.9
70	1258.2	1	1	608.6	21600	2.8
80	1258.2	1	1	608.5	21600	2.8
80	1258.2	1	1	608.5	18900	3.2
90	1258.2	1	1	603.1	18900	3.2
90	1258.2	2.383	1.986	624.2	21600	2.9
99	1258.2	2.383	1.986	624	21600	2.9
99	1258.2	2.383	1.986	624	21600	2.9
100	1258.2	2.383	1.986	869.7	21600	4
100	1258.2	1	1	715.1	21600	3.3
110	1258.2	1	1	716.6	21600	3.3
110	1258.2	1	1	716.6	18900	3.8
120	1258.2	1	1	821.2	18900	4.3
120	1258.2	1	1	821.7	18900	4.3
130	1258.2	1	1	674.2	18900	3.6
130	1258.2	1	1	674.2	18900	3.6
140	1258.2	1	1	931.8	18900	4.9
140	1258.2	1	1	931.8	18900	4.9
150	1258.2	1	1	1071.7	18900	5.7
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0

170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	1258.2	1	1	1005.1	18900	5.3
200	1258.2	1	1	763.4	18900	4
200	1258.2	2.383	1.986	984.5	21600	4.6
209	1258.2	2.383	1.986	628.8	21600	2.9
209	1258.2	2.383	1.986	628.8	21600	2.9
210	1258.2	2.383	1.986	651.1	21600	3
210	1258.2	1	1	608.6	21600	2.8
220	1258.2	1	1	608.6	21600	2.8
220	1258.2	1	1	608.6	18900	3.2
230	1258.2	1	1	622.1	18900	3.3
230	1258.2	2.383	1.986	640.9	21600	3
239	1258.2	2.383	1.986	611.3	21600	2.8
239	1258.2	2.383	1.986	611.3	21600	2.8
240	1258.2	2.383	1.986	709.1	21600	3.3
240	1258.2	1	1	648.2	21600	3
250	1258.2	1	1	649	21600	3
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 10. Global Elements Report Sustain Load Case 2 (W+P2) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	198	-197	-245	-11
20	164	156	245	50
20	164	-156	-245	-50
30	145	86	245	117
30	145	-86	-245	-117
39	135	-14	204	-13
39	135	14	-204	13
40	283	-55	104	-263
40	283	55	-104	263
50	284	-55	103	-265
50	284	55	-103	265
60	226	-55	-31	-224
60	226	55	31	224
69	118	-14	-131	84
69	118	14	131	-84
70	253	86	-172	238

70	253	-86	172	-238
80	252	87	-172	236
80	252	-87	172	-236
90	263	251	-172	80
90	263	-251	172	-80
99	254	-240	-132	-15
99	254	240	132	15
100	1879	-1879	-37	-55
100	1879	1879	37	55
110	1905	-1904	-36	-55
110	1905	1904	36	55
120	3662	-3661	50	-55
120	3662	3661	-50	55
130	1182	1181	44	-55
130	1182	-1181	-44	55
140	5512	5512	37	-55
140	5512	-5512	-37	55
150	7864	7864	33	-55
150	7864	-7864	-33	55
160	9039	9038	30	-55
160	9039	-9038	-30	55
170	11061	11061	19	-55
170	11061	-11061	-19	55
180	8444	8444	12	-55
180	8444	-8444	-12	55
190	6744	6744	10	-55
190	6744	-6744	-10	55
200	2682	-2682	-1	-55
200	2682	2682	1	55
209	328	-326	4	-52
209	328	326	-4	52
210	518	516	7	-47
210	518	-516	-7	47
220	517	515	7	-47
220	517	-515	-7	47
230	228	228	7	0
230	228	-228	-7	0
239	11	-1	9	6
239	11	1	-9	-6
240	740	-740	15	8
240	740	740	-15	-8
250	752	-752	15	8
250	752	752	-15	-8
260	1269	-1268	17	8

Tabel 11. Stress Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	3628	28800	12.6
30	0	1	1	1892.5	28800	6.6
30	0	2.383	1.986	2763.1	28800	9.6
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
39	0	2.383	1.986	2328.5	28800	8.1
40	0	2.383	1.986	2192.4	28800	7.6
40	0	1	1	1660.1	28800	5.8
50	0	1	1	1655.5	28800	5.7
50	0	1	1	1655.5	25200	6.6
60	0	1	1	1458.4	25200	5.8
60	0	2.383	1.986	1473.3	28800	5.1
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
69	0	2.383	1.986	1670	28800	5.8
70	0	2.383	1.986	1692.7	28800	5.9
70	0	1	1	1172	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	28800	4.1
80	0	1	1	1167.4	25200	4.6
90	0	1	1	1069.7	25200	4.2
90	0	2.383	1.986	1449.7	28800	5
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
99	0	2.383	1.986	2709.7	28800	9.4
100	0	2.383	1.986	2753.5	28800	9.6
100	0	1	1	1246.9	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	28800	4.3
110	0	1	1	1243.3	25200	4.9
120	0	1	1	1018.3	25200	4
120	0	1	1	1018.3	25200	4
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
130	0	1	1	665.5	25200	2.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
140	0	1	1	1149.5	25200	4.6
150	0	1	1	1598.5	25200	6.3
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	4340.6	25200	17.2
200	0	1	1	5738.3	25200	22.8
200	0	2.383	1.986	13673.3	28800	47.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
209	0	2.383	1.986	4172.6	28800	14.5
210	0	2.383	1.986	9755	28800	33.9
210	0	1	1	4095.9	28800	14.2
220	0	1	1	4083	28800	14.2
220	0	1	1	4083	25200	16.2
230	0	1	1	3457.9	25200	13.7
230	0	2.383	1.986	8232.3	28800	28.6
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
239	0	2.383	1.986	2642.4	28800	9.2
240	0	2.383	1.986	15196.2	28800	52.8
240	0	1	1	6377.5	28800	22.1
250	0	1	1	6488.5	28800	22.5
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 12. Global Elements Report Expansion Load Case 1 (L2-L4) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	15248	-1700	-27044	15153
20	14786	-2562	27044	-14562
20	14786	2562	-27044	14562
30	16751	-9843	27044	-13554
30	16751	9843	-27044	13554
39	10415	-20166	22768	-10251
39	10415	20166	-22768	10251
40	13463	-24442	12445	-5135
40	13463	24442	-12445	5135
50	13303	-24442	12299	-5071
50	13303	24442	-12299	5071
60	1889	-24442	-1591	1017
60	1889	24442	1591	-1017
69	7651	-20166	-11915	4949
69	7651	20166	11915	-4949
70	11224	-9843	-16191	5393
70	11224	9843	16191	-5393
80	11086	-9697	-16191	5373

80	11086	9697	16191	-5373
90	7822	7211	-16191	3032
90	7822	-7211	16191	-3032
99	19829	15660	-15599	1602
99	19829	-15660	15599	-1602
100	20936	15412	-14169	1010
100	20936	-15412	14169	-1010
110	20875	15348	-14149	1010
110	20875	-15348	14149	-1010
120	17086	11255	-12856	1010
120	17086	-11255	12856	-1010
130	11141	-3010	-10726	1010
130	11141	3010	10726	-1010
140	19295	-17274	-8597	1010
140	19295	17274	8597	-1010
150	26850	-25833	-7319	1010
150	26850	25833	7319	-1010
160	31384	-30683	-6595	1010
160	31384	30683	6595	-1010
170	54308	-54220	-3082	1010
170	54308	54220	3082	-1010
180	68112	-68104	-1009	1010
180	68112	68104	1009	-1010
190	72955	-72954	-286	1010
190	72955	72954	286	-1010
200	96450	-96396	3214	1010
200	96450	96396	-3214	-1010
209	29460	29336	2936	895
209	29460	-29336	-2936	-895
210	68790	68787	2821	618
210	68790	-68787	-2821	-618
220	68574	68571	2821	614
220	68574	-68571	-2821	-614
230	58056	-58031	2821	-1691
230	58056	58031	-2821	1691
239	18587	-18579	2706	-1969
239	18587	18579	-2706	1969
240	107180	107152	2429	-2084
240	107180	-107152	-2429	2084
250	109047	109020	2425	-2084
250	109047	-109020	-2425	2084
260	171527	171512	2293	-2084

Tabel 13. Stress Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	0	1	1	1613	28800	5.6
30	0	1	1	849.2	28800	2.9
30	0	2.383	1.986	1080	28800	3.8
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
39	0	2.383	1.986	933.1	28800	3.2
40	0	2.383	1.986	999.5	28800	3.5
40	0	1	1	779.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	28800	2.7
50	0	1	1	777.5	25200	3.1
60	0	1	1	693.1	25200	2.8
60	0	2.383	1.986	706.1	28800	2.5
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
69	0	2.383	1.986	765.5	28800	2.7
70	0	2.383	1.986	746.5	28800	2.6
70	0	1	1	537.6	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	28800	1.9
80	0	1	1	535.3	25200	2.1
90	0	1	1	496.2	25200	2
90	0	2.383	1.986	668.1	28800	2.3
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
99	0	2.383	1.986	1293.2	28800	4.5
100	0	2.383	1.986	1446	28800	5
100	0	1	1	644.5	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	28800	2.2
110	0	1	1	643.2	25200	2.6
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
120	0	1	1	564.7	25200	2.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
130	0	1	1	293.6	25200	1.2
140	0	1	1	491.5	25200	2
140	0	1	1	491.5	25200	2
150	0	1	1	721.8	25200	2.9
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	0	1	1	2135.7	25200	8.5
200	0	1	1	2854.5	25200	11.3
200	0	2.383	1.986	6802	28800	23.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
209	0	2.383	1.986	1914.5	28800	6.6
210	0	2.383	1.986	4659.4	28800	16.2
210	0	1	1	1956.1	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	28800	6.8
220	0	1	1	1949.9	25200	7.7
230	0	1	1	1686.1	25200	6.7
230	0	2.383	1.986	4015.7	28800	13.9
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
239	0	2.383	1.986	1271.8	28800	4.4
240	0	2.383	1.986	7445.6	28800	25.9
240	0	1	1	3124.4	28800	10.8
250	0	1	1	3178.6	28800	11
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 14. Global Elements Report Expansion Load Case 2 (L3-L5) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	4580	-843	-12995	4501
20	4349	-1185	12995	-4185
20	4349	1185	-12995	4185
30	5907	-4649	12995	-3644
30	5907	4649	-12995	3644
39	2556	-9562	10960	-2357
39	2556	9562	-10960	2357
40	6098	-11597	6048	-785
40	6098	11597	-6048	785
50	6027	-11597	5978	-767
50	6027	11597	-5978	767
60	1117	-11597	-632	921
60	1117	11597	632	-921
69	3395	-9562	-5544	1858
69	3395	9562	5544	-1858
70	4921	-4649	-7579	1611
70	4921	4649	7579	-1611
80	4852	-4580	-7579	1600

80	4852	4580	7579	-1600
90	3483	3466	-7579	345
90	3483	-3466	7579	-345
99	9227	7858	-7261	-422
99	9227	-7858	7261	422
100	10807	8638	-6494	-740
100	10807	-8638	6494	740
110	10787	8621	-6484	-740
110	10787	-8621	6484	740
120	9463	7485	-5790	-740
120	9463	-7485	5790	740
130	4879	138	-4877	-740
130	4879	-138	4877	740
140	8228	-7209	-3965	-740
140	8228	7209	3965	740
150	12110	-11618	-3417	-740
150	12110	11618	3417	740
160	14454	-14116	-3107	-740
160	14454	14116	3107	740
170	26288	-26239	-1601	-740
170	26288	26239	1601	740
180	33398	-33391	-713	-740
180	33398	33391	713	740
190	35891	-35889	-403	-740
190	35891	35889	403	740
200	47976	-47963	1097	-740
200	47976	47963	-1097	740
209	13492	13489	1113	-733
209	13492	-13489	-1113	733
210	32861	32853	1120	-717
210	32861	-32853	-1120	717
220	32757	32749	1120	-716
220	32757	-32749	-1120	716
230	28319	-28313	1120	-580
230	28319	28313	-1120	580
239	8959	-8950	1127	-564
239	8959	8950	-1127	564
240	52515	52503	1143	-557
240	52515	-52503	-1143	557
250	53427	53415	1143	-557
250	53427	-53415	-1143	557
260	83947	83939	1151	-557

Tabel 15. Stress Report Expansion Load Case 3 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Hoop Stress (lb/sq.in)</i>	<i>SIF/Index In Plane</i>	<i>SIF/Index Out Plane</i>	<i>Code Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Allowable Stress (lb/sq.in)</i>	<i>Ratio %</i>
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
20	785.4	1	1	2437.7	28800	8.5
30	898.7	1	1	1500.4	28800	5.2
30	898.7	2.383	1.986	2178.3	28800	7.6
39	898.7	2.383	1.986	1898.8	28800	6.6
39	898.7	2.383	1.986	1898.8	28800	6.6
40	898.7	2.383	1.986	1671.2	28800	5.8
40	898.7	1	1	1324	28800	4.6
50	898.7	1	1	1321.3	28800	4.6
50	898.7	1	1	1321.3	25200	5.2
60	898.7	1	1	1198.3	25200	4.8
60	898.7	2.383	1.986	1204.6	28800	4.2
69	898.7	2.383	1.986	1341.4	28800	4.7
69	898.7	2.383	1.986	1341.4	28800	4.7
70	898.7	2.383	1.986	1394.6	28800	4.8
70	898.7	1	1	1071.1	28800	3.7
80	898.7	1	1	1068.8	28800	3.7
80	898.7	1	1	1068.8	25200	4.2
90	898.7	1	1	1013.1	25200	4
90	898.7	2.383	1.986	1235.3	28800	4.3
99	898.7	2.383	1.986	1861.5	28800	6.5
99	898.7	2.383	1.986	1861.5	28800	6.5
100	898.7	2.383	1.986	1757	28800	6.1
100	898.7	1	1	1049.8	28800	3.6
110	898.7	1	1	1047.6	28800	3.6
110	898.7	1	1	1047.6	25200	4.2
120	898.7	1	1	919.6	25200	3.6
120	898.7	1	1	919.6	25200	3.6
130	898.7	1	1	840.6	25200	3.3
130	898.7	1	1	840.6	25200	3.3
140	898.7	1	1	1099.3	25200	4.4
140	898.7	1	1	1099.3	25200	4.4
150	898.7	1	1	1315.1	25200	5.2
150	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0

180	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0
190	898.7	1	1	2639.5	25200	10.5
200	898.7	1	1	3317.9	25200	13.2
200	898.7	2.383	1.986	7304.5	28800	25.4
209	898.7	2.383	1.986	2697.2	28800	9.4
209	898.7	2.383	1.986	2697.2	28800	9.4
210	898.7	2.383	1.986	5530.5	28800	19.2
210	898.7	1	1	2573.6	28800	8.9
220	898.7	1	1	2566.9	28800	8.9
220	898.7	1	1	2566.9	25200	10.2
230	898.7	1	1	2204	25200	8.7
230	898.7	2.383	1.986	4648.8	28800	16.1
239	898.7	2.383	1.986	1803.2	28800	6.3
239	898.7	2.383	1.986	1803.2	28800	6.3
240	898.7	2.383	1.986	8182.7	28800	28.4
240	898.7	1	1	3685.3	28800	12.8
250	898.7	1	1	3742.1	28800	13
250	0	0	0	0	0	0
260	0	0	0	0	0	0

Tabel 16. Global Elements Report Expansion Load Case 3 (L2-L3) Komputasi

<i>Node</i>	<i>Bending Moment (in.lb)</i>	<i>MX (in.lb)</i>	<i>MY (in.lb)</i>	<i>MZ (in.lb)</i>
10	10686	-857	-14049	10651
20	10469	-1377	14049	-10378
20	10469	1377	-14049	10378
30	11189	-5193	14049	-9910
30	11189	5193	-14049	9910
39	7939	-10604	11808	-7893
39	7939	10604	-11808	7893
40	7736	-12846	6397	-4349
40	7736	12846	-6397	4349
50	7647	-12846	6321	-4303
50	7647	12846	-6321	4303
60	965	-12846	-960	96
60	965	12846	960	-96
69	4303	-10604	-6371	3091
69	4303	10604	6371	-3091
70	6425	-5193	-8612	3782
70	6425	5193	8612	-3782
80	6357	-5117	-8612	3773

80	6357	5117	8612	-3773
90	4610	3745	-8612	2687
90	4610	-3745	8612	-2687
99	10703	7802	-8337	2025
99	10703	-7802	8337	-2025
100	10237	6774	-7675	1750
100	10237	-6774	7675	-1750
110	10199	6728	-7665	1750
110	10199	-6728	7665	-1750
120	8008	3770	-7066	1750
120	8008	-3770	7066	-1750
130	6642	-3148	-5849	1750
130	6642	3148	5849	-1750
140	11080	-10065	-4632	1750
140	11080	10065	4632	-1750
150	14741	-14215	-3902	1750
150	14741	14215	3902	-1750
160	16930	-16567	-3488	1750
160	16930	16567	3488	-1750
170	28020	-27981	-1481	1750
170	28020	27981	1481	-1750
180	34715	-34714	-296	1750
180	34715	34714	296	-1750
190	37066	-37065	117	1750
190	37066	37065	-117	-1750
200	48479	-48433	2117	1750
200	48479	48433	-2117	-1750
209	16033	15846	1823	1628
209	16033	-15846	-1823	-1628
210	35959	35934	1701	1334
210	35959	-35934	-1701	-1334
220	35847	35823	1701	1330
220	35847	-35823	-1701	-1330
230	29738	-29718	1701	-1111
230	29738	29718	-1701	1111
239	9630	-9630	1579	-1405
239	9630	9630	-1579	1405
240	54665	54650	1285	-1527
240	54665	-54650	-1285	1527
250	55620	55605	1281	-1527
250	55620	-55605	-1281	1527
260	87580	87573	1142	-1527

LAMPIRAN D

DOKUMEN TAMBAHAN

- *Specified minimum strength due to temperature*
- *Specified minimum yield strength and weld joint factor*

Lampiran D.1. Specified minimum strength due to temperature

ASME B31.3-2016

(16) **Table A-1 Basic Allowable Stresses in Tension for Metals (Cont'd)**
 Numbers in Parentheses Refer to Notes for Appendix A Tables; Specifications Are ASTM Unless Otherwise Indicated

Material	Spec. No.	Type/ Grade	UNS No.	Class/ Condition/ Temper	Size, in.	P-No. (5)	Notes	Min. Temp., °F (6)	Specified Min. Strength, ksi						
									Tensile	Yield	to 100	200	300		
Carbon Steel															
Pipes and Tubes (2)															
A285 Gr. A	A134	...	...	...	...	1	(8b)(57)	B	45	24	15.0	14.7	14.2
A285 Gr. A	A672	A45	K01700	...	...	1	(57)(59)(67)	B	45	24	15.0	14.7	14.2
Butt weld Smls & ERW	API 5L	A25	...	...	...	1	(8a)(77)	-20	45	25	15.0	15.0	14.7
	API 5L	A25	...	...	...	1	(57)(59)(77)	B	45	25	15.0	15.0	14.7
...	A179	...	K01200	...	...	1	(57)(59)	-20	47	26	15.7	15.7	15.3
Type F	A53	A	K02504	...	...	1	(8a)	20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A139	A	...	...	...	1	(8b)	A	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A587	...	K11500	...	...	1	(57)(59)	-20	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A53	A	K02504	...	...	1	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A106	A	K02501	...	...	1	(57)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A135	A	...	...	...	1	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	A369	FPA	K02501	...	...	1	(57)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
...	API 5L	A	...	...	...	1	(57)(59)	B	48	30	16.0	16.0	16.0
A285 Gr. B	A134	...	...	...	...	1	(8b)(57)	B	50	27	16.7	16.5	15.9
A285 Gr. B	A672	A50	K02200	...	...	1	(57)(59)(67)	B	50	27	16.7	16.5	15.9
A285 Gr. C	A134	...	...	...	...	1	(8b)(57)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A524	II	K02104	...	...	1	(57)	-20	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A333	1	K03008	...	...	1	(57)(59)	-50	55	30	18.3	18.3	17.7
...	A334	1	K03008	...	...	1	(57)(59)	-50	55	30	18.3	18.3	17.7
A285 Gr. C	A671	CA55	K02801	...	...	1	(59)(67)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
A285 Gr. C	A672	A55	K02801	...	...	1	(57)(59)(67)	A	55	30	18.3	18.3	17.7
A516 Gr. 55	A672	C55	K01800	...	...	1	(57)(67)	C	55	30	18.3	18.3	17.7
A516 Gr. 60	A671	CC60	K02100	...	...	1	(57)(67)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
A515 Gr. 60	A671	CB60	K02401	...	...	1	(57)(67)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
A515 Gr. 60	A672	B60	K02401	...	...	1	(57)(67)	B	60	32	20.0	19.5	18.9
A516 Gr. 60	A672	C60	K02100	...	...	1	(57)(67)	C	60	32	20.0	19.5	18.9
...	A139	B	K03003	...	...	1	(8b)	A	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A135	B	K03018	...	...	1	(57)(59)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A524	I	K02104	...	...	1	(57)	-20	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A53	B	K03005	...	...	1	(57)(59)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A106	B	K03006	...	...	1	(57)	B	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A333	6	K03006	...	...	1	(57)	-50	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A334	6	K03006	...	...	1	(57)	-50	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A369	FPB	K03006	...	...	1	(57)	-20	60	35	20.0	20.0	20.0
...	A381	Y35	...	...	...	1	...	A	60	35	20.0	20.0	20.0
...	API 5L	B	...	...	...	1	(57)(59)(77)	B	60	35	20.0	20.0	20.0

Lampiran D.2. Specified minimum yield strength and weld joint factor

Table 403.2.1-1 Tabulation of Examples of Allowable Stresses for Reference Use in Piping Systems Within the Scope of This Code

Specification	Grade	Specified Min. Yield Strength, psi (MPa)	Weld Joint Factor, E	Allowable Stress Value, S, -20°F to 250°F (-30°C to 120°C), psi (MPa)
Seamless				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (278)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (298)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5L	X80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
ASTM A 106	C	40,000 (278)	1.00	28,800 (199)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 524	I	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
ASTM A 524	H	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
Furnace Butt Welded, Continuous Welded				
ASTM A 53	...	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
API 5L Classes I and II	A25	25,000 (172)	0.60	10,800 (74)
Electric Resistance Welded and Electric Flash Welded				
API 5L	A25	25,000 (172)	1.00	18,000 (124)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 135	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L, ASTM A 53, ASTM A 135	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)
API 5L	X52	52,000 (358)	1.00	37,450 (258)
API 5L	X56	56,000 (386)	1.00	40,300 (279)
API 5L	X60	60,000 (413)	1.00	43,200 (297)
API 5L	X65	65,000 (448)	1.00	46,800 (323)
API 5L	X70	70,000 (482)	1.00	50,400 (347)
API 5L	X80	80,000 (551)	1.00	57,600 (397)
ASTM A 333	6	35,000 (241)	1.00	25,000 (174)
Electric Fusion Welded				
ASTM A 134	...	...	0.80	...
ASTM A 139	A	30,000 (207)	0.80	17,300 (119)
ASTM A 139	B	35,000 (241)	0.80	20,150 (139)
ASTM A 671	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 671	...	Note (1)	0.70 [Note (4)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	1.00 [Notes (2), (3)]	...
ASTM A 672	...	Note (1)	0.80 [Note (4)]	...
Submerged Arc Welded				
API 5L	A	30,000 (207)	1.00	21,600 (149)
API 5L	B	35,000 (241)	1.00	25,200 (174)
API 5L	X42	42,000 (289)	1.00	30,250 (208)
API 5L	X46	46,000 (317)	1.00	33,100 (228)