

# Analisis Tegangan pada *Line Discharge* Akibat Penambahan Pompa *Crude Oil*

Daryono<sup>1</sup>, Dhani Kusuma Putra<sup>2\*</sup>, Adi Wirawan Husodo<sup>3</sup>, Dianita Wardani<sup>4</sup>

Program Studi D-III Teknologi Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak, Indonesia<sup>1</sup>  
Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya Indonesi<sup>2\*,3,4</sup>

Email: [dhani.kusuma@student.ppns.ac.id](mailto:dhani.kusuma@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [adi\\_wirawan@ppns.ac.id](mailto:adi_wirawan@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [dianitawardani@ppns.ac.id](mailto:dianitawardani@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>;

**Abstract** - On the discharge line of the P-103A pump which flows crude oil fluid, a fabrication process will be carried out to add P-103B pump equipment and is a critical line, so it is necessary to re-analyze the stress values in the piping system. Stress analysis calculations are performed on the line number PL-9808-A-8" using modeling 3D software. The calculated stress analysis is the sustained load stress and thermal load. The results of the stress analysis calculation using the software obtained the highest sustained load stress value of 2416.4 lb/in<sup>2</sup> and the highest thermal load stress value of 2514.1 lb/in<sup>2</sup>. The value of the two stresses does not exceed the allowable stress. The values of these two stresses do not exceed the allowable stress limit of ASME B31.3 standard. The greatest value of the force and moment of the nozzle load is obtained at the design conditions. The resultant value of the force and moment of the P-103A pump nozzle is 1761 N and 1010 N/m, then the P-103B pump nozzle value of the resultant force and moment is 1610 N and 624 N/m which are still below the allowable limit of the API 610 standard, so the pump is safe to operate under various conditions. So, it can be concluded that the line discharge piping system due to the addition of pumping equipment is safe for fabrication.

**Keyword** : Sustained Load, Thermal Load, Pump, Operating Mode, Nozzle Load

## Nomenclature

<b>NPS</b>	Nominal pipe size
<b>OD</b>	Outside diameter (in)
<b>ID</b>	Inside diameter (in)
<b>Sch</b>	Schedule
<b>p</b>	Densitas pipa (lb/in <sup>3</sup> )
<b>I</b>	Wall thickness (in)
<b>E</b>	Modulus elasticity (lb/in <sup>2</sup> )
<b>I</b>	Momen inertia (in <sup>4</sup> )
<b>Z</b>	Section of modulus (in <sup>3</sup> )
<b>A</b>	Luas penampang (in <sup>3</sup> )

## 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini, akan dilakukan *maintenance* pada salah satu *line* pipa yang terletak di sistem perpipaan yang terhubung menuju pompa terjadi penambahan pompa. Alasan penambahan pompa yaitu untuk mempermudah jalur pipa saat dilakukan *maintenance* agar tidak menghambat operasional proses *crude oil*, sehingga apabila terpasang dengan dua pompa, maka akan ada pompa yang *running* dan ada yang *standby*. Berdasarkan pada kriteria *critical line*, pipa terhubung dengan *nozzle rotating equipment* [1]. Dikarenakan terdapat penambahan *equipment*, maka perlu dilakukan analisis tegangan untuk menentukan apakah sistem perpipaan tersebut aman digunakan sesuai dengan *code and standard*. Dan jika akibat dari penambahan dari *equipment* tidak aman, maka perlu dilakukan desain pada sistem perpipaan tersebut untuk mencari tegangan yang lebih optimal. Pada

penelitian ini dilakukan perhitungan analisis tegangan *sustained load* dan *thermal load* serta analisis *nozzle load* pompa berdasarkan variasi pengoperasian pompa.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Tegangan Pada Sistem Perpipaan

Analisis tegangan pada pipa meliputi tegangan akibat *sustained load* dan *thermal load*. Analisis tegangan pada sistem perpipaan ini menggunakan analisis *software* dengan *allowable stress* berdasarkan [2].

#### 2.1.1 Tegangan Akibat Sustained Load

Analisis tegangan akibat *sustained load* pada sistem perpipaan menggunakan *load case sustain* dari *software*. Kombinasi *load case sustain* terdiri dari berat total sistem perpipaan dan tekanan desain sistem perpipaan.

#### 2.1.2 Tegangan Akibat Thermal Load

Analisis tegangan akibat *thermal load* pada sistem perpipaan menggunakan *load case expansion* dari *software*. Kombinasi *load case expansion* terdiri dari pengurangan *load case operating* oleh *load case sustain*.

### 2.2 Analisis Nozzle Load Pompa

Beban aktual yang terjadi pada *nozzle* berdasarkan hasil analisis suatu sistem perpipaan dapat dikatakan aman apabila beban tersebut dapat diterima atau berada pada zona ambang batas beban yang diperkenankan [3]. Konfigurasi perpipaan pada *allowable nozzle load* yang sesuai dengan [3]

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**3.1 Spesifikasi Material Pipa**

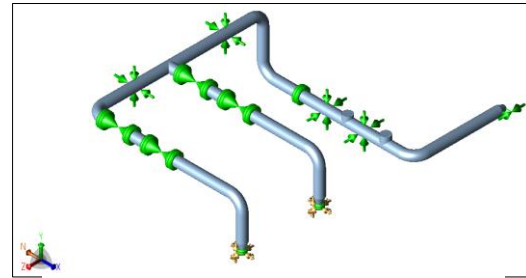
Untuk memulai perhitungan tegangan, maka diperlukan data yang diperoleh dari jalur *line discharge* pada sistem perpipaan. Selain itu, terdapat beberapa data yang diambil dari *code and standard* serta data lain dari literatur yang terkait dengan penelitian untuk digunakan sebagai penunjang. Dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Spesifikasi Pipa

Material	A106 GR B		
NPS	-	8	In
Schedule	Sch	80 XS	-
OD	OD	8.625	In
ID	ID	7.625	In
Wall Thickness	t	0.5	In
Densitas Pipa	p	0.283	lb/in <sup>3</sup>
SMTS	sh	60000	lb/in <sup>2</sup>
SMYS	sy	35000	lb/in <sup>2</sup>
Modulus Elasticity	E	28600000	lb/in <sup>2</sup>
Momen of Inertia	I	106	in <sup>4</sup>
Section of Modulus	Z	24.5	in <sup>3</sup>
Luas Penampang	A	12.8	in <sup>2</sup>

**3.2 Pemodelan Sistem Perpipaan**

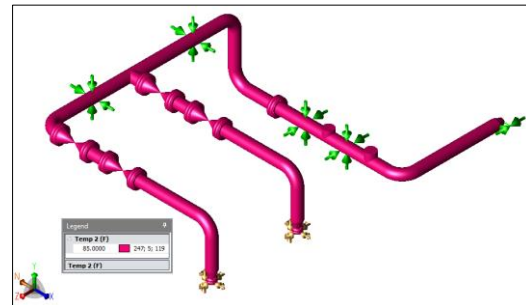
Pemodelan terhadap sistem perpipaan *line discharge* menggunakan *software* pemodelan bertujuan untuk mendapatkan nilai yang memenuhi batasan ijin sesuai *standard* [2]. Hasil pemodelan sistem perpipaan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar SEQ Gambar \\* ARABIC 1 Pemodelan

**3.3 Tegangan Akibat Sustained Load**

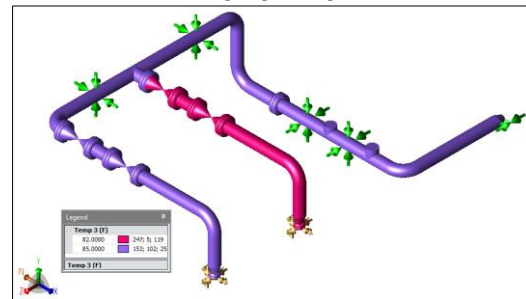
Perhitungan nilai tegangan akibat *sustained load* mengacu pada *load case sustain software* 3D pemodelan. Nilai tegangan tertinggi terdapat pada *node* 330-340 dengan sebesar 2416.4 *lb/in<sup>2</sup>*. Dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar SEQ Gambar \\* ARABIC 2 Kedua pompa beroperasi

**3.4 Tegangan Akibat Thermal Load**

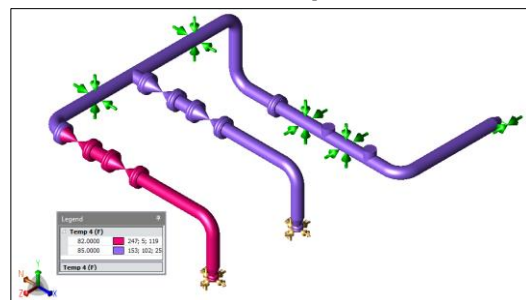
Perhitungan nilai tegangan akibat *thermal load* mengacu pada *load case expansion software* 3D pemodelan. Nilai tegangan tertinggi terdapat pada *node* 330-340 dengan sebesar 2514.1 *lb/in<sup>2</sup>*. Dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar SEQ Gambar \\* ARABIC 3 Pompa P-103A beroperasi

**3.5 Tegangan Akibat Pengoperasian Pompa**

Pemodelan mode pengoperasian pompa pada *software* 3D pemodelan dilakukan dengan cara memvariasikan temperatur dan tekanan dengan terjadi pada pipa [4]. Variasi pertama dapat dilakukan dengan cara memasukkan nilai temperatur dan tekanan operasi, lalu variasi kedua dengan kondisi salah satu pompa tidak beroperasi dimasukkan temperatur dan tekanan keadaan ambien dari *nozzle* pompa sampai dengan *ball valve*. Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 merupakan mode pengoperasian pompa.



Tabel 3 Nozzle Load Pompa

**3.6 Analisis Nozzle Load**

Perhitungan nilai *nozzle load* pompa menggunakan *load case* berdasarkan variasi pengoperasian pompa. Batasan pada *nozzle load* mengacu pada *standard* [3]. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1: Nilai Stress pada Software

Load case	Code stress (lb/in <sup>2</sup> )	Allowable stress (lb/in <sup>2</sup> )	Ratio (%)
Sustain	2416.4	20000	12.1
Expansion	2514.1	47583.6	5.3

Pump	Node	Fx	Fy	Fz	FR	Mx	My	Mz	MR	Keterangan
<b>Allowable Nozzle DN 100</b>		1420	1160	1780	2560	1330	680	1000	1800	
<b>P-103A</b>	350	208	-116	-1745	1761	821	490	326	1010	2 Pump Operation (Design)
		-4	101	-1692	1695	435	363	-49	568	2 Pump Operation (Operating)
		-6	150	-1696	1702	414	361	-73	554	P-103A Pump Operating
		-2	51	-1686	1687	450	365	-24	579	P-103A Pump Standby
<b>P-103B</b>	15	-82	116	-1613	1620	580	-94	-208	624	2 Pump Operation (Design)
		-52	-101	-1534	1538	334	-32	-51	339	2 Pump Operation (Operating)
		-51	-150	-1527	1536	348	-30	-75	357	P-103B Pump Operating
		-53	-51	-1538	1540	313	-35	-27	316	P-103B Pump Standby

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis tegangan pada *line discharge* akibat penambahan *equipment* pompa yang telah dilakukan. Nilai kedua tegangan masih di bawah *allowable stress* berdasarkan [2]. Nilai *nozzle load* masih dibawah *allowable nozzle load* berdasarkan [3] sehingga aman dilakukan mode pengoperasian dua pompa maupun bergantian.

#### 5. PUSTAKA

- [1] A. Chamsudi, Diktat - *Pipe Stress Analysis*, Jakarta: PT. Rekayasa Industri, 2005.
- [2] A. B. ASME B31.3-2018 (*Revision of ASME B31.3-2016, Process Piping, ASME Code for Pressure Piping*, B31, New York, USA: The American Society of Mechanical Engineers, 2018.
- [3] API-610, *Centrifugal Pump for Petroleum, Petrochemical and Natural Gas Industries*, Washington DC: API Publisher Service, 2010.
- [4] G. Tauladhan, A. W. Husodo and N. Tamimah, "Analisis Desain Pipa GRP Pada *Line Discharge UF Backwash Pump Dengan Vertical Loop*," *Proceeding 6th Conference of Piping Engineering and its Application*, pp. 240-245, 2021.