

Evaluasi Nilai Tegangan *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System* pada DPPU

Gemah Zentrinda Adam^{1*}, Raden Dimas Endro Witjonarko², Rina Sandora³

Program Studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia^{1*,2,3}

Email: gemahzentrinda@student.ppns.ac.id^{1*}; dimasend@ppns.ac.id^{2*}; rinasandora@ppns.ac.id^{3*};

Abstract - The Fuel Hydrant System is applied as an airplane fuel distribution system by flowing fuel from the existing storage tank at the Airplane Refueling Station to each airplane parking area. Most of construction of DPPU fuel hydrant system considered as underground pipeline. The pipeline is designed at temperature 140°F, using 16" NPS, API 5L Grade B schedule STD to flow Jet-A1 fluid. Line number 31-16"-JA-AU-201 and 32-16"-JA-AU-201 are considered as critical based on company criteria. Refer to critical line document based on pipe diameter and fluid temperature inflowing, those of two lines are categorized on grade B critical line. Stress values on those two lines are become object to be analyzed in this research. Pipe stress analysis carried out using stress analysis software and the accepted values of allowable stress are taken using ASME B31.4 standard. The results of this study indicate that the highest operating loading stress value for those two lines is 1165,2 kg/cm², the highest sustain loading value is 277,2 kg/cm², the highest occasional loading value is 277,2 kg/cm², and the highest thermal expansion loading value is 1098,9 kg/cm². The simulation stress values obtained on four load cases are not exceeded the ASME B31.4 standard accepted value. It can be concluded that those critical two lines of DPPU fuel hydrant system are considered safe.

Keyword: *underground pipeline, stress analysis, jet-a1*

Nomenclature

S_H	tegangan tangensial
S_X	tegangan longitudinal aksial
S_B	tegangan longitudinal tekuk
S_E	tegangan longitudinal ekspansi termal
S_P	tegangan longitudinal tekan
A_i	internal area of pipe
A_m	cross section area of pipe
F_{ax}	axial force
P	operating pressure
E	modulus elasticity
I	momen of inertia
Z	modulus section

1. PENDAHULUAN

Suatu sistem terintegrasi dibutuhkan untuk pengadaan avtur *Jet A-1* sebagai bahan bakar pesawat di Depot Pengisian Pesawat Udara (DPPU) yang berlokasi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada area tersebut dilengkapi *fuel hydrant system* yang digunakan untuk menyalurkan avtur *Jet A-1* dari DPPU menuju ke setiap area parkir pesawat dengan menggunakan *underground pipeline* untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar pesawat. *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System* merupakan sistem perpipaan yang *critical* berdasarkan kriteria perusahaan. *critical line* yaitu jalur sistem perpipaan yang harus dilakukan pertimbangan dalam perhitungan analisis tegangan pipa karena terdapat beberapa faktor yang memenuhi kriteria untuk dilakukan perhitungan analisis tegangan [1]. Sistem perpipaan tersebut juga merupakan

sistem perpipaan terkubur atau *buried pipe* sehingga ada pengaruh tanah pada sistem perpipaan tersebut. Tanah merupakan akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah mempunyai sifat sangat kompleks, terdiri atas komponen padatan yang berinteraksi dengan cairan dan udara [2]. Penimbunan pipa menggunakan tanah dapat secara nyata mempengaruhi hasil pengukuran baik menurut ruang maupun waktu [3]. Pada penelitian pendahulu dilakukan analisis tegangan dengan pembebanan *operating*, *sustain* dan ekspansi termal [4].

Pada penelitian ini akan dilakukan evaluasi nilai tegangan pada *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System* menggunakan *software* analisis tegangan dengan variasi pembebanan *operating*, pembebanan *sustain*, pembebanan *occasional* dan pembebanan akibat ekspansi termal. Untuk mengetahui apakah nilai tegangan memenuhi tegangan yang diizinkan maka akan digunakan standar [5]

2. METODOLOGI

2.1 Pemodelan Menggunakan Software

Pemodelan *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System from DPPU to LP-VC-01 line number 31-16"-JA-AU-201* dan *32-16"-JA-AU-201* dilakukan dengan menggunakan *software* analisis tegangan yang dibantu dengan fitur *underground pipe modeller* pada *software*.

2.2 Analisis Tegangan Menggunakan Software

Analisis tegangan dilakukan dengan cara *running software* berdasarkan hasil pemodelan. Perhitungan nilai tegangan disesuaikan dengan *load case* yang dianalisis pada sistem perpipaan akibat beban *operating*, beban *sustain*, beban *occasional* dan beban ekspansi termal sesuai dengan data yang didapat pada *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System*. Nilai tegangan pada *software* analisis tegangan harus memenuhi standar yang diizinkan sesuai standar [5].

Tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan meliputi tegangan tangensial (*hoop stress*) dan longitudinal. Berikut adalah penjelasan dan rumus untuk mendapatkan masing-masing nilai tegangan.

- Tegangan Tangensial

$$S_H = \frac{PD}{2t} \quad (1)$$

- Tegangan Longitudinal Aksial

$$F_{ax} = P \times A_i \quad (2)$$

$$A_i = \frac{\pi(ID^2)}{4} \quad (3)$$

$$A_m = \frac{\pi(ID^2 - OD^2)}{4} \quad (4)$$

$$S_x = \frac{F_{ax}}{A_m} \quad (5)$$

- Tegangan Longitudinal Tekuk

$$S_B = \frac{M}{Z} \quad (6)$$

- Tegangan Longitudinal Ekspansi Thermal

$$S_E = E\alpha(T_1 - T_2) \quad (7)$$

- Tegangan Longitudinal Tekan

$$S_P = 0,3 \times S_H \quad (8)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemodelan Menggunakan Software

Dalam pemodelan *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System from DPPU to LP-VC-01 line number 31-16"-JA-AU-201 dan 32-16"-JA-AU-201* dibutuhkan data teknis penelitian yang digunakan sebagai nilai masukan pada *software*.

Tabel 1: Data Spesifikasi Pipa API 5L Grade B 16"

PARAMETER	VALUE	UNIT
NPS	406,4	mm
Pipe Schedule	STD	-
Outside Diameter (OD)	406,4	mm
Inside Diameter (ID)	387,34	mm
Wall Thickness	9,53	mm
Pipe Density	7830	kg/m ³
SMTS	4218,35	kg/cm ²
SMYS	2460,70	kg/cm ²
Modulus Elasticity (E)	2024808,16	kg/cm ²
Moment Of Inertia (I)	233922061,19	mm ⁴
Section Modulus (Z)	1152008,70	mm ³
Corrosion Allowance	3	mm

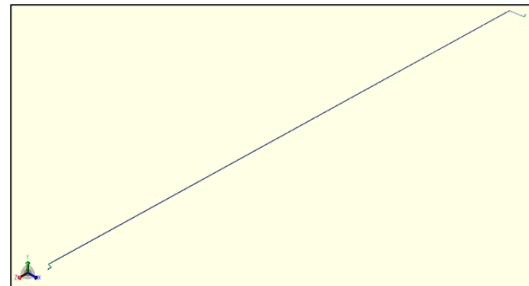
Tabel 2: Data Spesifikasi Fluida Jet-A1

PARAMETER	VALUE	UNIT
Fluid Density	830	kg/m ³
Operating Temperature	35	°C
Design Temperature	60	°C
Ambient Temperature	26	°C
Operating Pressure	13	kg/cm ²
Design Pressure	18	kg/cm ²
Ambient Pressure	1,033	kg/cm ²

Tabel 3: Data Spesifikasi Tanah

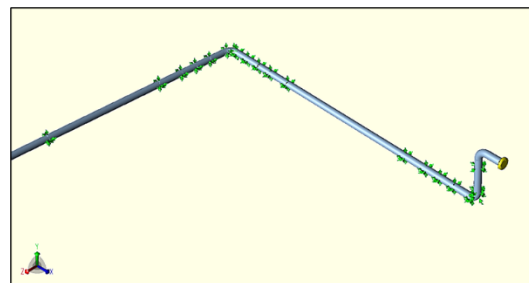
PARAMETER	VALUE	UNIT
Soil Density	1620	kg/m ³
Friction Coefficient	0.5	-
Friction Angle	38	°
Buried Depth to TOP	2300	mm
Breadth of Ditch	508	mm

Hasil pemodelan *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System* ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System*

Pemodelan pada *software* analisis tegangan tersebut menggunakan fitur *underground pipe modeler* untuk memasukkan data tanah sesuai dengan data yang ada. Setelah data tanah dimasukkan pada *underground pipe modeler*, pada bagian pemodelan akan secara otomatis muncul *restraint* pada bagian pipa yang terkubur seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Restraints in Buried Part

3.2 Analisis Tegangan Menggunakan Software

Setelah dilakukan pemodelan, dilakukan analisis tegangan dengan empat variasi *load case* yang merupakan kombinasi dari beberapa beban *input* seperti nilai berat (W), temperatur operasi (T1), tekanan operasi (P1) dan beban uniform (U1) yang diakibatkan oleh beban *seismic* atau gempa bumi. Hasil *running software* untuk nilai

tegangan pada setiap *load case* ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4: Nilai Tegangan

<i>Load Case</i>	<i>Code Stress (kg/cm²)</i>	<i>Allowable Stress (kg/cm²)</i>	<i>Rasio (%)</i>
L1 (<i>Operating</i>) = W + T1 + P1	1165.2	1837.5	63.4
L2 (<i>Sustained</i>) = W + P1	277.2	1764	15.7
L3 (<i>Occasional</i>) = W + P1 + U1	277.2	1764	15.7
L5 (<i>Expansion</i>) = L1 - L2	1098.9	3806.1	28.9

Nilai *code stress* merupakan *output* tegangan tertinggi dari *stress summary* yang dihasilkan oleh *software* analisis tegangan. *Allowable stress* merupakan tegangan yang diizinkan berdasarkan standar [5] yang diterapkan pada *software* analisis tegangan. Rasio merupakan seberapa besar nilai tegangan terhadap *allowable stress*. Semakin rendah rasio maka akan semakin aman.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, nilai tegangan pada *Underground Pipeline for Fuel Hydrant System* akibat pembebanan *operating* tertinggi terdapat pada segmen 50 yaitu sebesar 1165,2 kg/cm² dengan rasio terhadap *allowable stress* sebesar 63,4%, akibat pembebanan *sustain* untuk semua segmen memiliki nilai *code stress* yang sama sebesar 277,2 kg/cm² dengan rasio terhadap *allowable stress* sebesar 15,7%, akibat pembebanan *occasional* untuk semua segmen memiliki nilai *code stress* yang sama sebesar 277,2 kg/cm² dengan rasio terhadap *allowable stress* sebesar 15,7%, akibat pembebanan *thermal expansion* tertinggi terdapat pada segmen 50 yaitu sebesar 1098,9 kg/cm² dengan rasio terhadap *allowable stress* sebesar 28,9%. Sehingga nilai tegangan telah memenuhi tegangan izin berdasarkan standar [5].

6. PUSTAKA

Semua rujukan yang tercantum dalam daftar

- [1] Chamsudi, Achmad. (2005). Piping Stress Analysis. Badan Tenaga Nuklir Nasional PUSPITEK, Serpong.
- [2] Craig, R. (1991). Mekanika Tanah. Erlangga, Jakarta.
- [3] Las, I. (1979). Analisis Fisika Tanah. Lembaga Penelitian Tanah, Indonesia.
- [4] Priharnanda, I. (2020). Analisis Pengaruh Tegangan dan Fatigue Terhadap Keandalan Underground Pipeline. Tugas Akhir Teknik Perpipaan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya-Surabaya, Indonesia.

- [5] ASME B31.4. (2016). ASME B31.4-2016, Pipeline Transportation System for Liquids and Slurries. The American Society of Mechanical Engineer: U.S.A.