

# PERENCANAAN INSPEKSI PIPA *HYDRANT* POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

**Muhammad Ellang Naufal<sup>1\*</sup>, Pekik Mahardhika<sup>2</sup>, Adi Wirawan Husodo<sup>3</sup>**

*Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>1\*</sup>*

*Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>2</sup>*

*Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>*

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

---

**Abstract** - PPNS completes building facilities with a fire hydrant. In order to ensure that a fire hydrant can be used in an emergency, periodic checks must be carried out. A constraint that is considered to be frequently encountered in fire hydrant piping systems is leakage due to internal and external corrosion. Before calculating the corrosion, measuring the actual thickness of the pipe and visual checking on the PPNS hydrant pipe need to be done first. With an average of 5.63 mm on a 4" pipe where the minimum wall thickness is 0.7 mm, and an average of 6.51 mm on a 6" pipe with a minimum wall thickness of 0.8 mm, it can be concluded that the PPNS hydrant pipe is considered still feasible and appropriate. Furthermore, the calculation is carried out, and the results of the corrosion rate on the 4" pipe is 0.04 mm/year and the 6" pipe is 0.07 mm/year, with the remaining life value on the 4" pipe is 114 years and the 6" pipe is 85.9 years. Then, with a specified period of 10 years, the next inspection date of the PPNS hydrant pipe can be done in May 2032

**Keywords:** Corrosion, fire hydrant, inspection, inspection planning, wall thickness

---

## Nomenclature

<b>Tm</b>	ketebalan minimum dinding pipa
<b>t</b>	ketebalan tekanan desain (psi)
<b>P</b>	tekanan internal (psi)
<b>D</b>	outside diameter pipa (inch)
<b>S</b>	tegangan diijinkan
<b>W</b>	kekuatan sambungan las
<b>Y</b>	koefisien material
<b>C</b>	corrosion allowance (inch)
<b>CR</b>	laju korosi ( <i>corrosion rate</i> ) (ipy)
<b>Tnom</b>	tebal pipa awal (inch)
<b>Tact</b>	tebal pipa aktual ( inch)
<b>Tmin</b>	ketebalan minimum pipa (inch)

## 1. PENDAHULUAN

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) memiliki beberapa fasilitas berupa bengkel dan laboratorium diantaranya yaitu welding centre, bengkel sheet metal, dan bengkel perkakas. Fasilitas ini memiliki resiko kebakaran yang cukup tinggi. Sistem *fire fighting* adalah antisipasi dari bahaya kebakaran. Salah satu dari sistem tersebut adalah *fire hydrant*. Sistem *fire hydrant* harus dipastikan bisa digunakan sewaktu-waktu apabila kebakaran terjadi. Untuk itu perlu dilakukan pengecekan berkala dengan dilakukan pengujian - pengujian jenis material, *visual inspection*, pengukuran ketebalan aktual pipa dan minimum *wall thickness* pipa, perhitungan laju korosi, *remaining life* dan *next inspection date*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis material, *visual inspection*, desain, *wall thickness*

minimum dan aktual pipa, laju korosi, *remaining life* dan *next inspection date* pada sistem perpipaan *fire hydrant* PPNS. Dari beberapa pengujian tersebut dapat ditentukan terkait kelayakan dari *system hydrant* tersebut.

Penelitian ini menggunakan *Optical Emission Spectroscopy* (OES) untuk menguji material, menggunakan metode *Ultrasonic Test* untuk menguji ketebalan pipa, dan *visual inspection* untuk pengecekan kondisi permukaan pipa dari kebocoran, retak permukaan, coating, dan kondisi *support*.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS) dari Januari 2022 sampai dengan Juli 2022. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik, yaitu dengan pengumpulan data yang kemudian data tersebut diuji dengan beberapa pengujian, diantaranya yaitu:

a. Pengujian jenis material

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dari suatu logam. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui komposisi kimia dari material logam adalah *Optical Emission Spectroscopy* (OES). OES merupakan alat spektroskopi yang digunakan untuk pengukuran secara kuantitatif emisi optik dari eksitasi atom untuk menjelaskan analisis konsentrasi suatu unsur material [1].

Secara sederhana pengujian komposisi kimia menggunakan *Optical Emission Spectroscopy* (OES), adalah pengujian dengan menembakkan elektron

pada bidang datar spesimen sehingga memantulkan gelombang cahaya yang unik yang dapat ditangkap oleh receiver dan sensor yang kemudian dicocokkan dengan database yang ada [4].

b. *Visual inspection*,

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk menemukan cacat pada pipa seperti korosi, kebocoran, retak permukaan, coating yang mengelupas, dan lain-lain.

c. *Redrawing* pipa *hydrant*,

Untuk mempermudah pelaksanaan inspeksi dari pipa hydrant PPNS dibutuhkan beberapa data desain system perpipaan, diantaranya adalah *Procces Flow Diagram* (PFD), *Pipe and Instrument Diagram* (P&ID), *Plot Plan*, dan *Isometric Drawing* [2].

d. Pengukuran ketebalan aktual pipa,

Pengukuran ketebalan material bertujuan meminimalisir terjadinya hal hal yang berkenaan dengan *safety*, finansial, dan juga keberlangsungan sistem itu sendiri. Alat pengukur ketebalan atau *wall thickness gauge* termasuk dalam metoda *Non Destructive Test*, yakni *UT Test* (ultrasonic testing) [3].

e. Pengukuran ketebalan minimum pipa,

Ketebalan minimum dinding pipa (tm) termasuk *corrosion allowance* dan mill toleransi untuk kekuatan mekanik tidak boleh kurang dari perhitungan ketebalan sesuai formula minimum *wall thickness* [5].

$$tm = t + c \tag{1}$$

$$t = \frac{P.D}{2.(S.E.W+P.Y)} \tag{2}$$

f. Perhitungan laju korosi pipa,

Laju korosi dapat dihitung dengan hasil dari pengukuran ketebalan aktual pipa dengan *UT test* [5].

$$CR = \frac{tnom-tac}{Umur Pakai} \tag{3}$$

g. Perhitungan *remaining life* pipa

*Remaining life* dapat ditentukan setelah diketahui laju korosi dari pipa tersebut.

$$remaining\ life = \frac{tact-tmin}{CR} \tag{4}$$

h. Perhitungan *next inspection date* pipa.

Tabel 1: *Interval Rules*.

Inspection Code	Inspection Type	Inspection Interval Rule
API 510 – Vessels	Internal	a) Normally, lessert of 10 yrs or ½ Life, or
		b) 2 yrs – if Life is from 2-4 yrs, or
		c) Full Life – if life is < 2 yrs
	External	Lesser of 5 yrs or the Inspection Interval
API 570 – Piping	Thickness Readings	Lesser of ½ Life or Maximum internal specified in API 570

Table 6-1. (Max interval is either 5 or 10 yrs based on Piping Class)

	External	No relationship to Life. (Seems a bit weird, but that's way the code is written)
API 653 – Tanks	External	Lesser of ¼ life of shell or 5 yrs
	Internal	Lesser of full life of bottom or 20 yrs
	UT of Shell	Lesser of ½ Life od Shell or 15 yrs

Rumus untuk menghitung tanggal inspeksi pipa selanjutnya adalah sebagai berikut:

$$NID (Next Inspection Date) = Tanggal inspeksi terakhir + interval \tag{5}$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diperoleh beberapa data dari hasil inspeksi pipa *hydrant* PPNS.

#### 3.1 Jenis Material Pipa

Hasil dari pengujian OES yang kemudian dibandingkan dengan standard ASTM A53/A 53 M-02. Dari hasil perbandingan material yang memiliki komposisi kimia paling mendekati adalah A53 *grade A type F (Furnace Weld)* [7].

Tabel 2: Perbandingan Hasil Pengujian Material dengan ASME Sec II Part A.

Chemical Composition	%Max Hasil Uji	ASTM A53/A 53M-02 Max %
Fe %	99,2	
C %	0,318	0,3
Si %	<0,005	
Mn %	0,295	1,2
Cr %	0,0281	0,4
Mo %	<0,005	0,15
Ni %	<0,005	0,4
Al %	0,0154	
Co %	0,0053	0,4
Cu %	0,0666	
Nb %	<0,0030	
Ti %	<0,0030	
V %	<0,0050	0,08
W %	<0,050	
Pb %	<0,0030	

#### 3.2 Pengujian Visual

Dari hasil inspeksi visual didapatkan hasil yang di jelaskan pada Tabel 3 untuk korosi, Tabel 4 untuk kebocoran, dan Tabel 5 untuk *support* pipa.

Tabel 3: Hasil Visual Inspeksi Pipa Korosi

Corrosion On Pipe	Corrosion Visual Inspection	
	Category	Line Number No
	Severe	01-102-A53-3"

		02-101-A53-4"
		02-101-A53-6"
		02-102-A53-6"
		02-102-A53-4"
	Mild	02-103-A53-6"
		02-103-A53-4"
		02-104-A53-6"
		02-106-A53-6"
	Severe	02-101-A53-4"
		02-102-A53-6"
		02-101-A53-6"
Corrosion On Supports	Mild	02-102-A53-4"
		02-103-A53-4"
		02-104-A53-6"
		02-101-A53-4"
	Severe	01-102-A53-3"
		02-106-A53-6"
		02-102-A53-6"
Coating deterioration	Mild	02-101-A53-6"
		02-102-A53-4"
		02-103-A53-4"
		02-104-A53-6"
		02-103-A53-6"
		02-101-A53-4"
Flange's corrosion	Severe	01-102-A53-3"
	Mild	02-106-A53-6"
		02-101-A53-4"
Bolts of flange corrosion	Severe	01-102-A53-3"

Tabel 4: Hasil Visual Inspeksi Kebocoran

Leaks	
	Line Number No
Leaks on pipe	01-102-A53-3"
Leaks on flange	01-102-A53-3"
Valve leaking	01-102-A53-3"
Leaks on weld join	01-102-A53-3"

Tabel 5: Hasil Visual Inspeksi Support

Pipe Support	
Shoes of	02-102-A53-4"
Loose and broken clamps	02-102-A53-4"

Dari hasil visual inspeksi yang telah dilakukan terdapat line number pipa yang perlu diperhatikan. Diantaranya adalah line number 01-102-A53-3" yang terletak di dalam Pump Room dari sistem hydrant PPNS. Pipa tersebut berukuran 3" yang mana

mengalami korosi yang sangat parah sehingga pipa pecah dan tidak bisa digunakan.



Gambar 1. Dokumentasi Visual Inspection 01-102-A53-3"

Selain itu, korosi yang cukup parah juga dapat dijumpai pada line number 02-101-A53-4", karena pipa tersebut setengah terkubur tanah sehingga mempercepat proses korosi [7].



Gambar 2. Dokumentasi Visual Inspection 02-101-A53-4"

### 3.3 Desain sistem perpipaan PPNS

Untuk mempermudah pelaksanaan inspeksi dari pipa hydrant PPNS dibutuhkan beberapa data desain sistem perpipaan, diantaranya adalah Proses Flow Diagram (PFD), Pipe and Instrument Diagram (P&ID), Plot Plan, dan Isometric Drawing.



Gambar 3. Contoh Line Number

Keterangan :

- 01 lokasi pipa
- 101 urutan line pipa
- A53 material pipa
- 4" NPS pipa

### 3.4 Perhitungan Ketebalan Minimum Pipa

Perhitungan ketebalan pipa dilakukan berdasarkan ASME B31.3 *Process Piping*. Persamaan yang digunakan yaitu persamaan (1) dan (2).

- 6" A53 Grade A Type F

$$t = \frac{0,44 \text{ Mpa} \cdot 168,3 \text{ mm}}{2 \cdot (206,84 \cdot 1,0,6 + 0,44 \cdot 0,4)}$$

$$t = 0,3 \text{ mm}$$

$$tm = t + c$$

$$tm = 0,3 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 0,8 \text{ mm}$$

- 4" A53 Grade A Type F

$$t = \frac{0,44 \text{ Mpa} \cdot 114,3 \text{ mm}}{2 \cdot (206,84 \cdot 1,0,6 + 0,44 \cdot 0,4)}$$

$$t = 0,3 \text{ mm}$$

$$tm = t + c$$

$$= 0,2 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm} = 0,7 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai tebal minimal dinding pipa untuk pipa A53 Grade A Type F yaitu 0,8 mm untuk pipa 6" dan 0,7 mm untuk pipa 4"

### 3.5 Perhitungan Corotion rate

Perhitungan nilai laju korosi terlebih dahulu. Persamaan yang digunakan yaitu persamaan (3)

- 6" A53 Grade A Type F

$$CR = \frac{tnom - tac}{\text{Umur Pakai}}$$

$$CR = \frac{7,11\text{mm} - 6,51\text{mm}}{9 \text{ tahun}}$$

$$CR = 0,07 \text{ mm/tahun}$$

- 4" A53 Grade A Type F

$$CR = \frac{tnom - tac}{\text{Umur Pakai}}$$

$$CR = \frac{6,02\text{mm} - 5,63\text{mm}}{9 \text{ tahun}}$$

$$CR = 0,04 \text{ mm/tahun}$$

### 3.6 Remaining Life

Setelah didapatkan nilai laju korosi dari pipa dilakukan perhitungan remaining life pipa dengan persamaan 2.4 menurut API 570.

- 6" A53 Grade A Type F

$$\text{Remaining life} = \frac{6,51 - 0,8}{0,07}$$

$$\text{Remaining life} = 85,9 \text{ years}$$

- 4" A53 Grade A Type F

$$\text{Remaining Life} = \frac{5,63 - 0,7}{0,04}$$

$$\text{Remaining Life} = 114 \text{ years}$$

### 3.6 Next Inspection Date

Berdasarkan API 570, maka perhitungan *Next Inspection Date* dapat ditentukan dengan mengacu pada Tabel 1. Maka aturan interval inspeksinya adalah setengah dari life time atau maksimum interval [8].

Tabel 6: Recommended Maximum Inspection Intervals

Type of Circuit	Thickness Measurements	Visual External
Class 1	5 years	5 years
Class 2	10 years	5 years
Class 3	10 years	10 years
Class 4	Optional	Optional
Injection points	3 years	By class
a		
Soil to air interface	-	By class

NOTE Thickness measurements apply to systems for witch CMLs have been established in accordance with 5.6.

a. Inspection intervals or due dates for potentially corrosive injection can also be established by a valis RBI analysis in accordance API 580

b. See API 574 for more information on SAI Interfaces

Maka perhitungan *Next Inspection Date* adalah:

NID (*Next Inspection Date*) = Tanggal Inspeksi terakhir + interval  
 = Mei 2022 + 10 tahun  
 = Mei 2032

Dari perhitungan diatas didapatkan waktu inspeksi pengukuran ketebalan berikutnya adalah pada bulan Mei di tahun 2032.

## 4. KESIMPULAN

### 4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan dengan beberapa poin yaitu:

1. Material yang digunakan pada pipa *hydrant* PPNS adalah A53 *grade A type F* berdasarkan ASTM A53/A 53M-02
2. Hasil visual inspeksi yang paling parah terdapat pada *line number* 01-102-A53-3 dan 02-101-A53-4", sehingga memerlukan *replacement*.
3. Nilai ketebalan minimum pipa 6" adalah 0,7 mm dan untuk pipa 4" adalah 0,3 mm berdasarkan perhitungan menurut ASME B31.3.
4. Nilai laju korosi untuk pipa 6" adalah 0.07 mm/tahun, sedangkan pipa 4" 0,04 mm/tahun.
5. Nilai *remaining life* pipa 6" adalah 85,9 tahun, sedangkan pipa 4" adalah 114 tahun.
6. Pengukuran ketebalan jalur pipa *hydrant* PPNS berikutnya harus dilakukan pada sepuluh tahun setelah pengukuran terakhir, yaitu pada bulan Mei di tahun 2032.

### 5. Saran

1. Proses inspeksi dapat ditambahkan atau diganti dengan parameter lain sesuai kebutuhan pada saat inspeksi, seperti pengujian kelayakan *nozzle*, pengujian kelayakan *valve*, sehingga dapat mengetahui kelayakan dari system *hydrant* secara mendetail.
2. Penentuan *next inspection date* pada penelitian ini mengacu pada API 570, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan metode lain seperti RBI.
3. Dapat dilakukan pengukuran ketebalan *coating* sehingga dapat mengetahui kualitas *coating* dari pipa tersebut.

## 6. PUSTAKA

- [1] Putra, Hidayat (2018). Karakteristik Pada Logam Baja Paduan Dengan Menggunakan Metoda *X-Ray Fluoresence (Xrf)* Dan *Optical Emission Spectroscopy (OES)*. Yogyakarta. *Proceeding UNM*.
- [2] Parisher, A, Roy & Rhea, Robert, A. (2013). *Pipe Drafting and Design*. Butterworth – Heneimann.
- [3] Twyman, T.M. 2005. *Atomic Emission Spectrometry-Principles and Instrumentation*. Elsevier. All Rights Reserved.
- [4] Boss, C. B. 2004. *Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy*. Shelton: Perkin Elmer.
- [5] ASME. (2018). *ASME B31.3 Process Piping*. New York: American Society of Mechanical Engineers.
- [6] API. (2016). *API 570 Piping Inspection Code: In-service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems*. Washington D.C.: American Petroleum Institute.
- [7] ASTM. (2004) Designation: A 53/A 53M – 02. *Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless. West Chonshohocken*. PA: ASTM International.
- [8] Prasajo Budi & Mahardhika Pekik. (2019). *Modul Tugas Inspeksi Perpipaan*. Surabaya. Modul Perkuliahan.