

## USULAN INTERVAL INSPEKSI, ESTIMASI UMUR SISA, DAN PENENTUAN KEBIJAKAN MAINTENANCE PADA STORAGE TANK T-10 DI PT.XYZ MENGGUNAKAN METODE RISK BASED INSPECTION (RBI)

### PROPOSED INTERVAL INSPECTION, REMAINING LIFE ESTIMATION, AND DETERMINATION OF MAINTENANCE POLICY IN STORAGE TANK T-10 IN PT.XYZ USING RISK BASED INSPECTION (RBI) METHODS

Achmad Nur Fauzi<sup>1</sup>, Endang Budiasih<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[fauziputra238@gmail.com](mailto:fauziputra238@gmail.com), <sup>2</sup>[endang.budiasih@gmail.com](mailto:endang.budiasih@gmail.com), <sup>3</sup>[Franstatas@telkomuniversity.ac.id](mailto:Franstatas@telkomuniversity.ac.id)

#### Abstrak

PT. XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di sektor migas. Sektor usaha yang dijalankan yaitu hulu dan hilir. *Storage tank* merupakan tempat yang digunakan untuk menyimpan produk minyak sebelum didistribusikan kepada konsumen. Di dalam suatu *refinery storage tank* memiliki desain yang beraneka ragam berdasarkan fungsinya atau jenis fluida yang ditampungnya. Pada sistem tangki timbun, terdapat 13 subsistem yaitu: *pipe, pressure relief valve, pressure vacuum valve, foam chamber, manhole, slot dipping device, automatic gauge tank, flexible pipe, splash plate, roof handrailing, grounding cable, product drain*, dan *storage tank*. *Risk Based Inspection (RBI)* adalah pendekatan berbasis risiko untuk memprioritaskan dan merencanakan inspeksi, terutama industri minyak dan gas. Metode RBI yang digunakan adalah metode RBI Semi Kuantitatif yaitu metode yang menggabungkan antara metode RBI Kualitatif dan RBI Kuantitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui interval inspeksi, estimasi umur sisa, dan penentuan kebijakan *maintenance* yang sesuai pada *storage tank*. Dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dapat diketahui kebijakan *maintenance* yang sesuai pada *storage tank*. Dalam menentukan kebijakan *maintenance* yang sesuai terdapat kriteria dan alternatif. Kriterianya adalah *safety, cost, added value*, dan *feasibility*. Sedangkan alternatifnya adalah *preventive maintenance, condition based maintenance, corrective maintenance*, dan *reliable centered maintenance*. Dari hasil penelitian dapat diketahui umur sisa pada *storage tank* adalah 40 tahun, usulan interval inspeksinya adalah 2 tahun, dan kebijakan *maintenance* yang sesuai adalah *Reliable Centered Maintenance (RCM)*.

**Kata Kunci** – *Risk Based Inspection, Analytical Hierarchy Process, Maintenance Strategy, Risk Matrix, Storage Tank, Remaining Life.*

#### Abstract

PT. XYZ is a company that conducts business in the oil and gas sector. The business sectors that are run are upstream and downstream. *Storage tanks* are places used to store oil products before they are distributed to consumers. Inside a *refinery storage tank* has a diverse design based on its function or the type of fluid it holds. In the *storage tank* system, there are 13 subsystems: *pipe, pressure relief valve, pressure vacuum valve, foam chamber, manhole, slot dipping device, automatic gauge tank, flexible pipe, splash plate, roof handrailing, grounding cable, product drainage, and storage tank*. *Risk Based Inspection (RBI)* is a risk-based approach to prioritizing and planning inspections, especially the oil and gas industry. The *RBI* method used is the *Semi-Quantitative RBI* method, which is a method that combines the *Qualitative RBI* and *Quantitative RBI* methods. The purpose of this study is to determine the inspection interval, estimated lifetime, and determine the appropriate *maintenance* policy on the *storage tank*. By using the *Analytical Hierarchy Process (AHP)* method it can be seen that *maintenance* policies are appropriate for the *storage tank*. In determining the appropriate *maintenance* policy there are criteria and alternatives. The criteria are *safety, cost, added value, and feasibility*. While the alternatives are *preventive maintenance, condition based maintenance, corrective maintenance, and reliable centered maintenance*. From the research results it can be seen that the remaining age of the *storage tank* is 40 years, the proposed inspection interval is 2 years, and the appropriate *maintenance* policy is *Reliable Centered Maintenance (RCM)*.

**Keywords** – *Risk Based Inspection, Analytical Hierarchy Process, Maintenance Strategy, Risk Matrix, Storage Tank, Remaining Life.*

## 1. Pendahuluan

Bahan bakar adalah suatu materi yang dapat diubah menjadi energi. Pada umumnya bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran reaksi redoks dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan energi panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Proses lain untuk melepaskan energi dari bahan bakar adalah melalui reaksi eksotermal dan reaksi nuklir. Permintaan minyak dunia meningkat secara signifikan setelah tahun 2009, sebagian besar disebabkan karena level konsumsi minyak mentah yang meningkat di negara-negara berkembang yang menunjukkan pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) yang subur. Sektor minyak dan gas Indonesia secara rutin berkontribusi signifikan untuk perekonomian Indonesia melalui pendapatan ekspor dunia dan cadangan devisa negara. Produksi minyak bumi dan gas alam di Indonesia berubah setiap tahunnya, hal ini dapat dilihat pada tabel I.1 berikut

Tabel 1-1 Produksi Minyak dan Gas Alam, 1996-2017  
(Sumber: Badan Pusat Statistik 1996-2017)

Tahun	Minyak Mentah dan Kondensat (000 barel)	Gas Alam
		(MMscf)
1996	548,648.30	3,164,016.20
1997	543,752.60	3,166,034.90
1998	534,892.00	2,978,851.90
1999	494,643.00	3,068,349.10
2000	484,393.30	2,845,532.90
2001	480,116.10	3,762,828.50
2002	397,308.50	2,279,373.90
2003	383,700.00	2,142,605.00
2004	404,992.90	3,026,069.30
2005	387,653.50	2,985,341.00
2006	357,477.40	2,948,021.60
2007	348,348.00	2,805,540.30
2008	358,718.70	2,790,988.00
2009	346,313.00	2,887,892.20
2010	344,888.00	3,407,592.30
2011	329,249.30	3,256,378.90
2012	314,665.90	2,982,753.50
2013	301,191.90	2,969,210.80
2014	287,902.20	2,999,524.40
2015	286,814.20	2,948,365.80
2017	292,373.80	2,781,154.00

PT.XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di sektor migas, sektor usaha yang dijalankan yaitu hulu dan hilir. Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) Madiun merupakan salah satu unit operasi dari PT. XYZ wilayah Marketing Operation Region (MOR) V yang mempunyai tugas pokok yaitu menerima, menimbun, dan menyalurkan BBM sesuai spesifikasi atau standar mutu yang telah ditetapkan. *Storage tank* adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan produk bahan bakar minyak sebelum di distribusikan kepada konsumen. Di dalam suatu *refinery* memiliki desain yang beraneka ragam berdasarkan fungsi atau jenis fluida yang ditampungnya.

Alat yang digunakan setiap harinya membuat alat rentan akan terjadinya kerusakan sehingga dapat menimbulkan gangguan pada proses kerja di TBBM Madiun. Hal ini dilakukan karena belum diketahui jadwal inspeksi yang tepat pada sistem *Storage Tank*. Salah satu faktor kerusakan yang dapat terjadi pada *Storage Tank* adalah korosi yang diakibatkan kondisi kelembaban yang lebih tinggi sehingga menyebabkan cepat berkarat. Untuk mencegah terjadinya *Corrective Maintenance* perlu adanya analisis lebih lanjut mengenai laju korosi dan *Remaining Life* tangki yang lebih cepat, sehingga dapat diestimasi interval kegiatan inspeksi yang lebih terarah berdasarkan risiko yang dapat ditimbulkan. Maka dalam menaggulangi hal tersebut dapat menggunakan metode *Risk Based Inspection* (RBI).

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan adalah semua aktivitas yang di dalamnya adalah untuk menjaga sistem peralatan agar bekerja dengan baik [1]. Tujuan utama dari aktivitas perawatan adalah agar dapat memperpanjang penggunaan asset, memastikan

kesiapan operasional semua peralatan yang diperlukan dalam melakukan kegiatan dan dapat memastikan paling tidak keselamatandari semua orang yang menggunakan fasilitas tersebut [2].

## 2.2 Risk Based Inspection (RBI)

*Risk Based Inspection* (RBI) adalah pendekatan berbasis risiko untuk memprioritaskan dan merencanakan inspeksi, terutama industri minyak dan gas [3]. RBI akan membantu perusahaan untuk memilih biaya yang efektif dan pemeliharaan yang tepat serta tugas dan teknik pemeriksaan untuk mengoptimalkan upaya dan biaya tersebut. American Petroleum Institute (API) membatasi peralatan yang masuk dalam jangkauannya yaitu peralatan-peralatan bertekanan dan stasioner.

### 2.2.1 Kualitatif RBI

Metode kualitatif merupakan metode pendekatan yang digunakan untuk menganalisis kategori secara umum agar dapat mengetahui kemungkinan kegagalan serta konsekuensi yang dapat terjadi. Pendekatan ini dilakukan untuk menentukan *Likelihood* dan *Consequence*. Setelah kemungkinan terjadinya kegagalan ditentukan, selanjutnya menentukan akibat jika kegagalan itu terjadi. Kedua hasil yang sudah didapatkan kemudian dikombinasikan sehingga menghasilkan tingkat risiko yang ada pada *Risk Matrix*.

#### 2.2.1.1 Consequence & Likelihood

*Consequence* merupakan hasil dari akibat yang ditimbulkan dari suatu kegagalan yang dinyatakan secara kualitatif dan kuantitatif menjadi sebuah kerugian atau keuntungan, sedangkan *likelihood* merupakan hasil dari enam faktor yang dikombinasikan [4].

### 2.2.2 Kuantitatif RBI

Metode kuantitatif merupakan metode yang menganalisis data kerusakan mesin berdasarkan dengan perhitungan data yang sudah kompleks [5]. Analisis ini tidak selalu menggunakan analisis risiko sepenuhnya, melainkan dapat menggunakan analisis risiko dengan integritas mekanis pada mesin.

#### 2.2.2.1 Consequence & Probability of Failure

Kegagalan tekanan terjadi pada peralatan yang dapat melepaskan dan mengandung material bahan berbahaya yang dapat menimbulkan efek yang tidak diinginkan pada proses selanjutnya. Metode ini telah menyimpulkan efek-efek tersebut menjadi empat kategori risiko dasar yaitu *Flammable Event*, *Toxic Release*, *Environmental Risks*, dan *Business Interruption*. Probabilitas kegagalan merupakan kemungkinan-kemungkinan terjadinya kegagalan pada peralatan yang akan dilakukan analisis saat berada dalam kondisi digunakan atau sedang bekerja.

## 2.3 Risk Matrix

*Risk Matrix* (Matriks Risiko) adalah mekanisme yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko dengan proses identifikasi yang berbeda-beda [6]. Tujuan utama dari sebuah metode RBI adalah Risk Matrix (Matriks Risiko) yang menempatkan komponen pada tingkat risiko kegagalan tertentu.

		Consequence				
		Insignificant 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Catastrophic 5
Likelihood	A Almost Certain	High	High	Extreme	Extreme	Extreme
	B Likely	Moderate	High	High	Extreme	Extreme
	C Moderate	Low	Moderate	High	Extreme	Extreme
	D Unlikely	Low	Low	Moderate	High	Extreme
	E Rare	Low	Low	Moderate	High	High

Gambar 2-1 Risk Matrix

## 2.4 Pembuatan Program Inspeksi

Inspeksi adalah pemeriksaan secara detail dan cermat terhadap suatu objek apakah sesuai atau tidak dengan aturan dan standar yang telah ditetapkan.

#### 2.4.1 Design Shell Thickness

*Design Shell Thickness* merupakan batas ketebalan minimum dari suatu tangki untuk keamanan proses operasi. Ketebalan tangki minimum dipengaruhi oleh tekanan pada proses operasi, kekuatan material dan diameter luar tangki dirumuskan sebagai berikut:

$$td = \frac{4,9D(H - 0,3)G}{Sd} + CA \quad (I.1)$$

#### 2.4.2 Corrosion Rate

Laju korosi dari sebuah tangki dapat diketahui dengan menggunakan perhitungan ketebalan awal-ketebalan akhir / tahun inspeksi awal – tahun inspeksi akhir. Berikut merupakan rumus dalam menentukan laju korosi:

$$CR = \frac{d - do}{To - T} \quad (I.2)$$

#### 2.4.3 Remaining Life

*Remaining Life* merupakan waktu sisa umur dari sebuah tangki mencapai batas minimum ketebalannya. Didapatkan dari hasil ketebalan akhir – *Design shell thickness* (td) / *Corrosion Rate* (CR). Berikut rumus menentukan *Remaining Life*:

$$\text{Remaining Life} = \frac{do - td}{CR} \quad (I.3)$$

#### 2.4.4 Interval Inspeksi

Penentuan interval inspeksi yang digunakan berdasarkan hasil dari kategori risk matriks RBI.

5	III	III	IV	IV	IV
4	II	III	III	IV	IV
3	II	II	III	III	III
2	I	I	II	II	n/a
1	I	I	II	n/a	n/a
	A	B	C	D	E

- I. No active damage, re-test in 4/5 years.  
 II. Minor active damage, re-test in 2 years.  
 III. Active damage re-test in max. 1 year\*.  
 IV. Very active damage. Re-test in 0.5 year\*.  
 \*or schedule for internal inspection  
 n/a: Should not occur if standard threshold used

Gambar 2-2 Interval Inspeksi

### 2.5 Penentuan Kebijakan Maintenance

Tujuan dari perancangan model pemeliharaan adalah menghadirkan model berdasarkan output matriks risiko dan untuk diterapkan di pabrik penyulingan minyak. Sebagian besar kebijakan perawatan umum yang diterapkan di kilang minyak adalah *Preventive Maintenance*, *Condition Based Maintenance*, *Corrective Maintenance*, dan *Reliable Centered Maintenance* [7].

#### 2.5.1 Analytical Hierarchy Process

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model keputusan tersebut akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki [8].

## 3. Pembahasan

### 3.1 Penentuan Risk Matrix Subsystem

Penilaian hasil *risk matrix* subsystem di lihat dari dampak apa saja yang dapat ditimbulkan dan seberapa besar pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar, keamanan, produktivitas, dan operasional jika terjadi kerusakan pada salah satu komponen dan seberapa besar tingkat kerusakan dari masing-masing komponen tersebut.

Tabel 4-1 Risk Matrix

Likelihood	Consequence				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Almost Certain					
Likely			Pressure Vacuum Valve (PVV)		
Moderate		Grounding Cable	Automatic Gauge Tank	Pressure Relief Valve (PRV)	
Unlikely		Slot Dipping Device			
Rare	Splash Plate, Roof Handrailing, Product Drain	Foam Chamber, Manhole	Flexible Pipe	Pipe	Storage Tank

Pada penelitian ini, subsistem kritis yang dipilih adalah yang masuk ke dalam kategori *extreme* dan *high* yaitu *Storage Tank*, *Pipe*, *Automatic Gauge Tank*, dan *Pressure Vacuum Valve*.

**3.2 Perhitungan RBI**

**3.2.1 Perhitungan Umur Pakai Storage Tank**

1. *Design Shell Thickness*

*Design Shell Thickness* atau ketebalan minimum pada *shell ring*-1 dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$td = \frac{4.9D(H-0.3)G}{sd} + CA = \frac{4.9 \times 12.200(9.310-0.3)0,736}{160} + 0 = 2.478 \text{ mm}$$

Tabel 4-2 Design Shell Thickness

Shell Ring	Design Shell Thickness (td) (mm)
1	2.478
2	1.983
3	1.489
4	0.994
5	0.500
6	0.005

2. *Corrosion Rate*

Laju korosi merupakan kecepatan rambatan atau kecepatan penurunan kualitas bahan terhadap waktu. Pada *Shell-ring* 1, laju korosi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$CR = \frac{d-do}{T-To} = \frac{8-5.6}{2019-1988} = 0.077 \text{ mm/years}$$

Tabel 4-3 Corrosion Rate

Shell Ring	Corrosion Rate (mm/years)
1	0.077
2	0.014
3	0.011
4	0.007
5	0.013
6	0.011

3. *Remaining Life*

*Remaining Life* merupakan waktu umur sisa dari sebuah tangki mencapai batas minimum ketebalannya. Pada *shell-ring* 1, *remaining life* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Remaining Life} = \frac{do-td}{CR} = \frac{5.6-2.478}{0.077} = 40 \text{ years}$$

Tabel 4-4 Remaining Life

Shell Ring	Remaining Life (years)
1	40
2	265
3	393
4	644
5	395
6	516

### 3.2.2 Perhitungan RBI Kualitatif

#### 1. Consequence Score

Hasil dari *consequence score* yang sudah didapatkan, selanjutnya dapat ditentukan *consequence category* nya.

Tabel 4-5 Consequence Score

<b>Consequence Factor</b>	<b>Score</b>
<i>Chemical Factor (CF)</i>	12
<i>Quantity Factor (QF)</i>	34
<i>State Factor (SF)</i>	-3
<i>Pressure Factor (PRF)</i>	-10
<i>Credit Factor (CF)</i>	-10
<i>Autoignition Factor (AF)</i>	13
<b>Total Score</b>	<b>36</b>
<b>Consequence Category</b>	<b>C</b>

#### 2. Likelihood Score

Hasil dari *likelihood score* yang sudah didapatkan, selanjutnya dapat ditentukan *likelihood category* nya.

Tabel 4-6 Likelihood Score

<b>Likelihood Factor</b>	<b>Score</b>
<i>Equipment Factor</i>	0
<i>Damage Factor</i>	8
<i>Process Factor</i>	3
<i>Mechanical Design Factor</i>	2
<i>Inspection Factor</i>	-5
<i>Current Condition Factor</i>	6
<b>Total Score</b>	<b>14</b>
<b>Likelihood Category</b>	<b>1</b>

### 3.2.3 Perhitungan RBI Kuantitatif

#### 1. Probability of Failure

Untuk mencari *probability of failure*, digunakan nilai *gff*, *Df(t)*, dan *Fms* yang sudah didapatkan untuk dimasukkan dalam perhitungan. Berikut merupakan nilai *probability of failure*:

$$Pf(t) = gff \cdot Df(t) \cdot Fms = 0,0001 \times 1 \times 9,5499 = 0,00095499$$

Dari hasil *probability failure* yang sudah didapatkan, dapat ditentukan kategorinya yaitu 1.

#### 2. Kategori Risk Matrix Tangki

Tabel 4-7 Risk Matrix

Likelihood	5					
	4					High
	3				Medium High	
	2			Medium		
	1		Low	(√)		
Consequence		A	B	C	D	E

Dari hasil perhitungan menggunakan metode RBI kualitatif dan metode RBI kuantitatif, lalu dimasukkan ke dalam tabel *risk matrix* dan dapat diketahui kategorinya yaitu *medium* (sedang).

#### 3. Usulan Interval Inspeksi

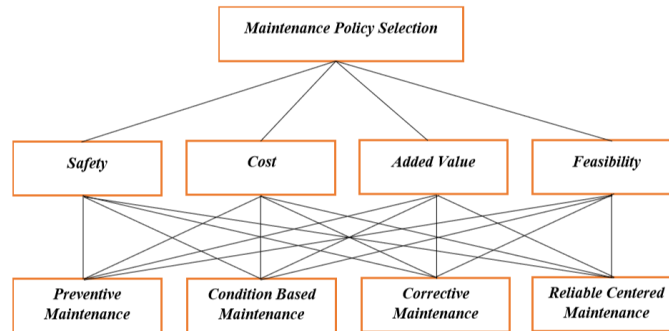
Dari hasil perhitungan menggunakan metode RBI kualitatif dan kuantitatif, lalu dimasukkan kedalam tabel *risk matrix* dan didapatkan kategori II yaitu kerusakan aktif ringan, uji ulang dalam 2 tahun. Sehingga dapat diketahui usulan interval inspeksinya yaitu 2 tahun.

### 3.3 Penentuan Kebijakan *Maintenance*

Pada penelitian ini, dalam menentukan kebijakan *maintenance* yang sesuai yaitu dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Subsystem yang digunakan pada penelitian ini yaitu *storage tank* pada tangki timbun T-10 di PT.XYZ.

#### 3.3.1 *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

*Analytical Hierarchy Process* merupakan metode yang digunakan untuk memudahkan dalam hal pengambilan keputusan. Sebelum melakukan perhitungan AHP, ditentukan terlebih dahulu tujuan, kriteria, dan terakhir alternatif yang akan dipilih. Berikut merupakan gambar model struktur hirarki AHP pada penelitian ini:



Gambar 4-1 Struktur Hirarki

1. Nilai pembobotan setiap kriteria

Tabel 4-8 Nilai Pembobotan Kriteria

Kriteria	Safety	Cost	Added Value	Feasibility	Jumlah	Priority Vector
Safety	0.14	0.18	0.09	0.15	0.57	0.14
Cost	0.14	0.18	0.36	0.15	0.84	0.21
Added Value	0.29	0.09	0.18	0.23	0.79	0.20
Feasibility	0.43	0.55	0.36	0.46	1.80	0.45
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

2. Nilai Pembobotan alternatif pada kriteria *safety*

Tabel 4-9 Nilai Pembobotan Alternatif Kriteria *Safety*

Alternatif	PM	CBM	CM	RCM	Jumlah	Priority Vector
PM	0.11	0.13	0.27	0.08	0.59	0.15
CBM	0.32	0.39	0.33	0.42	1.47	0.37
CM	0.03	0.08	0.07	0.08	0.26	0.06
RCM	0.54	0.39	0.33	0.42	1.69	0.42
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

3. Nilai Pembobotan alternatif pada kriteria *cost*

Tabel 4-10 Nilai Pembobotan Alternatif Kriteria *Cost*

Alternatif	PM	CBM	CM	RCM	Jumlah	Priority Vector
PM	0.42	0.44	0.36	0.42	1.63	0.41
CBM	0.08	0.09	0.21	0.08	0.47	0.12
CM	0.08	0.03	0.07	0.08	0.27	0.07
RCM	0.42	0.44	0.36	0.42	1.63	0.41
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

4. Nilai Pembobotan alternatif pada kriteria *added value*

Tabel 4-11 Nilai Pembobotan Alternatif Kriteria *Added Value*

Alternatif	PM	CBM	CM	RCM	Jumlah	Priority Vector
PM	0.19	0.19	0.29	0.18	0.85	0.21
CBM	0.19	0.19	0.29	0.18	0.85	0.21
CM	0.05	0.05	0.07	0.11	0.27	0.07
RCM	0.57	0.57	0.36	0.54	2.04	0.51
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

5. Nilai pembobotan alternatif pada kriteria *feasibility*Tabel 4-12 Nilai Pembobotan Alternatif Kriteria *Feasibility*

Alternatif	PM	CBM	CM	RCM	Jumlah	Priority Vector
PM	0.14	0.10	0.25	0.14	0.63	0.16
CBM	0.27	0.21	0.25	0.19	0.92	0.23
CM	0.05	0.07	0.08	0.11	0.31	0.08
RCM	0.55	0.62	0.42	0.56	2.14	0.54
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00

6. *Priority Ranking*Tabel 4-13 Nilai *Priority Ranking*

	<i>Safety</i>	<i>Cost</i>	<i>Added Value</i>	<i>Feasibility</i>	<i>Priority Ranking</i>
Bobot	0.14	0.21	0.20	0.45	
PM	0.15	0.41	0.21	0.16	0.22
CBM	0.37	0.12	0.21	0.23	0.22
CM	0.06	0.07	0.07	0.08	0.07
RCM	0.42	0.41	0.51	0.54	<b>0.49</b>

Dari hasil *priority ranking* didapatkan bobot tertinggi dari setiap alternatif adalah *reliable centered maintenance* (RCM). Maka dapat diketahui kebijakan *maintenance* yang sesuai untuk subsistem *storage tank* pada tangki timbun T-10 yang hasil risk matrix nya berada pada kategori *medium / tolerable area* yaitu RCM.

## 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Estimasi umur sisa pakai pada setiap *shell ring* berbeda. Pada *shell ring-1* sisa umurnya yaitu 40 tahun, *shell ring-2* sisa umurnya 265 tahun, *shell ring-3* yaitu 393 tahun, *shell ring-4* yaitu 644 tahun, *shell ring-5* yaitu 395 tahun, dan *shell ring-6* yaitu 516 tahun. Sehingga umur sisa dari tangki timbun yaitu 40 tahun.
2. Berdasarkan perhitungan menggunakan RBI kualitatif didapatkan kategori *likelihood* nya adalah 1 dan kategori *consequence* nya adalah C. berdasarkan perhitungan menggunakan RBI kuantitatif didapatkan kategori *likelihood* nya adalah 1. Dari hasil perhitungan menggunakan metode RBI kualitatif dan kuantitatif, didapatkan kategori II yaitu kerusakan aktif ringan, uji ulang dalam 2 tahun. Sehingga dapat diketahui usulan interval inspeksinya yaitu setiap 2 tahun.
3. Berdasarkan analisis penentuan kebijakan *maintenance* yang sesuai pada tangki timbun menggunakan metode *Analytical Hierarvhy Process* (AHP), dapat diketahui kebijakan *maintenance* yang sesuai adalah *Reliable Centered Maintenance* (RCM).

## Daftar Pustaka

- [1] Heizer, J. and Render, B. (2001) 'Operations Management', *Operations Management*. doi: 9780132342711.
- [2] Alhilman, J. et al. (2015) 'LCC application for estimating total maintenance crew and optimal age of BTS component', in *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015*. doi: 10.1109/ICoICT.2015.7231483.
- [3] Bertolini, M. et al. (2009) 'Development of Risk-Based Inspection and Maintenance procedures for an oil refinery', *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. doi: 10.1016/j.jlp.2009.01.003.
- [4] American Petroleum Institute (2008) *Risk-Based Inspection Technology, API 581*.
- [5] Qathafi, M. Al and Sulistijono, S. (2015) 'Studi aplikasi metode Risk Based Inspection (RBI) semi-kuantitatif API 581 pada production separator', *Jurnal Teknik ITS*. doi: 10.12962/j23373539.v4i1.8722.
- [6] Markowski, A. S. and Mannan, M. S. (2008) 'Fuzzy risk matrix', *Journal of Hazardous Materials*. doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.03.055.
- [7] Tan, Z. et al. (2011) 'An evaluation of maintenance strategy using risk based inspection', *Safety Science*. Elsevier Ltd, 49(6), pp. 852–860. doi: 10.1016/j.ssci.2011.01.015.
- [8] Saaty, T. L. (2001) 'Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process', in. doi: 10.1007/978-94-015-9799-9\_2.