

SKRIPSI

ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API RP 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**THEO RIDHOANSYAH
03051181621030**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2020

SKRIPSI

ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API RP 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :
THEO RIDHOANSYAH
03051181621030**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS *RISK BASED INSPECTION* (RBI) BERBASIS *API RP 580/581* PADA *PRESSURE VESSEL* UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

SKRIPSI

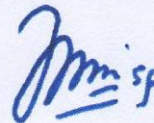
**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
THEO RIDHOANSYAH
03051181621030**

Indralaya, 17 Mei 2020



Dosen Pembimbing



**Dr. Muhammad Yanis, ST, MT.
NIP. 19700228 199412 1 001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "ANALISIS *RISK BASED INSPECTION* (RBI) PADA *PRESSURE VESSEL* UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ." telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 24 Juni 2020

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


Ketua :

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 195612271988111001

()

Anggota :

2. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001
3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197209021997021001

()
()

 Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :**

SKRIPSI

**NAMA : THEO RIDHOANSYAH
NIM : 03051181621030
JURUSAN : TEKNIK MESIN
BIDANG STUDI : PRODUKSI
JUDUL : ANALISIS *RISK BASED INSPECTION* (RBI)
PADA *PRESSURE VESSEL* UNTUK
PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ
DIBUAT TANGGAL : SEPTEMBER 2019
SELESAI TANGGAL : JULI 2020**

Indralaya, Juli 2020

Diperiksa dan disetujui oleh

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yanif, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 197112251997021001

Dosen Pembimbing

Dr. Muhammad Yanis, ST, MT.
NIP. 197002281994121001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Theo Ridhoansyah

NIM : 03051181621030

Judul : Analisis *Risk Based Inspection* (RBI) pada *Pressure Vessel* untuk Perencanaan Inspeksi di PT.XYZ.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juli 2020



Theo Ridhoansyah

NIM. 03051181621030

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Theo Ridhoansyah

NIM : 03051181621030

Judul : ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API
RP 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK
PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, 10 Juli 2020



Theo Ridhoansyah

03051181621030

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini dengan baik. Penelitian skripsi ini berjudul “ANALISIS *RISK BASED INSPECTION* (RBI) BERBASIS *API 580/581* PADA *PRESSURE VESSEL* UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ”.

Penelitian skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Kedua orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T. dan Gunawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen pembimbing dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ir. Hadianto EP. selaku *advisor* Departemen Inspeksi Teknik di PT. XYZ.
6. Hengki Irawan, ST., MT. selaku *senior engineer* Departemen Inspeksi Teknik di PT. XYZ.
7. Karyawan – karyawan Inspeksi Teknik PT. XYZ lainnya yang banyak memberikan saran dan masukan dalam pengembangan *Software* RBI.
8. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi agar penulis mampu melaksanakan perkuliahan dengan baik.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Penulis sadar dalam penulisannya masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan dengan rendah hati.

Indralaya, Juni 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Theo Ridhoansyah', written in a cursive style.

Theo Ridhoansyah

RINGKASAN

ANALISIS *RISK BASED INSPECTION* (RBI) BERBASIS *API RP 580/581* PADA *PRESSURE VESSEL* UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ
Karya Tulis ilmiah berupa Skripsi, 19 Mei 2020

Theo Ridhoansyah; dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis ST., MT.

Analysis of Risk Based Inspection (RBI) based on API RP 580/581 on Pressure Vessel for Inspection Planning in PT. XYZ.

xxii + 53 halaman, 14 tabel, 39 gambar, 12 lampiran

RINGKASAN

PT. XYZ adalah salah satu perusahaan Petrokimia Nasional terbesar yang memproduksi 1,6 juta ton urea dan 1 juta ton amoniak per tahun. Laju produksi yang begitu besar dapat mengakibatkan peralatan industri sering terjadi kegagalan. Peralatan yang sering terjadi kerusakan yaitu *pressure vessel*, dimana alat ini mempunyai peranan cukup penting dalam proses produksi yang dapat mengganggu jalannya proses produksi apabila terjadinya kegagalan. Untuk menjaga keandalan sebuah peralatan dibutuhkan suatu kegiatan inspeksi yang terjadwal dan tepat sasaran. Sebelum menjalankan suatu kegiatan inspeksi dibutuhkan perencanaan inspeksi yang baik agar waktu inspeksi lebih efisien dan hemat secara finansial. Dalam Skripsi ini membahas tentang suatu metode yang digunakan untuk menentukan perencanaan inspeksi berdasarkan kondisi alat tersebut. Metode tersebut adalah *Risk Based Inspection*. Metode ini digunakan untuk mengetahui risiko yang dimiliki tersebut dan merancang inspeksi apa yang sesuai berdasarkan risiko tersebut. Hasil dari perhitungan metode ini berupa matriks risiko dari hasil perhitungan *probability of failure* (kemungkinan kegagalan) dan *consequence of failure* (konsekuensi kegagalan). Dalam perhitungan *probability of failure* dibutuhkan data perhitungan *damage factors* (faktor kerusakan), *general frequency failure* (frekuensi kegagalan umum), dan

management system factor (faktor manajemen sistem). Sedangkan dalam perhitungan *consequence of failure* terbagi menjadi *consequence of failure* level 1 dan level 2. Untuk *consequence* level 1 digunakan apabila fluida yang digunakan atau yang dikandung pada *pressure vessel* tersebut yaitu fluida representatif yang telah disediakan pada buku *API RP 581*. Sedangkan untuk level 2 jika fluida yang digunakan tidak ada pada fluida representatif. Pada penelitian kali ini perhitungan RBI menggunakan *software* dan menghitung secara manual tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan perhitungan *software* tersebut. *Pressure vessel* yang digunakan sebagai sampel penelitian yaitu F5U-DA102 yang berada di area Pabrik urea IB. Hasil perhitungan analisis RBI pada *software* dan secara manual menunjukkan hasil yang sama yaitu tingkat risiko *Medium* pada *Consequence Area* dan *Medium High* pada *Financial Consequence*. Perencanaan Inspeksi yang sesuai risiko yang dimiliki dan hasil diskusi para engineer yang bersangkutan maka akan dilakukan setiap 2 tahun sekali dan dengan metode *Ultrasonic Test* untuk mengetahui ketebalan *Lining* dan *Radiography Test* untuk melihat kualitas Lasan.

Kata Kunci : Inspection Planning, Risk Based Inspection, API RP 581, Software, Pressure Vessel, Risk.

SUMMARY

ANALYSIS OF RISK BASED INSPECTION (RBI) BASED ON API RP 580/581
ON PRESSURE VESSEL FOR INSPECTION PLANNING IN PT. XYZ
Scientific Paper in the form of Skripsi, 19 Mei 2020

Theo Ridhoansyah; supervised by Dr. Muhammad Yanis ST., MT.

Analisa Risk Based Inspection (RBI) berbasis *API RP 580/581* pada *Pressure Vessel* untuk Perencanaan Inspeksi di PT. XYZ

xxii + 53 pages, 14 tables, 39 pictures, 12 attachments

SUMMARY

PT. XYZ is one of the biggest National Petrochemical companies in Indonesia which produces 1.6 million tons of urea and 1 million tons of ammonia per year. Such a large production rate can result equipment failures. Equipment that often fails is pressure vessel, which is an important equipment in the production process. Maintaining the reliability of an equipment requires a scheduled inspection activity and on target. Before carrying out an inspection activity a good inspection plan is needed so that the inspection time is more efficient and also financially efficient. In this thesis discusses a method used to determine the inspection plan based on the condition of the equipment. The method is Risk Based Inspection. The method is used to determine the risk of equipment and make an inspection planning. The results of the calculation of this method is a risk matrix from the results of the calculation of probability of failure and consequence of failure. Calculating the probability of failure is needed damage factors calculation, general frequency failure and management system factors. For calculation of the consequence of failure is divided into consequence of failure level 1 and level 2. Consequence level 1 is used if the fluid used or contained in the pressure vessel is a representative fluid that has been provided in API RP 581. While for level 2 if the fluid used does not exist in the

representative fluid. In this thesis the calculation of RBI uses software and calculates manually to find out the accuracy of the software calculations. The pressure vessel used as a research sample is F5U-DA102 located in the IB urea Factory area. The calculation results of RBI analysis on software and manually show the same results, namely the risk level of Medium in the Consequence Area and Medium High in the Financial Consequence. Inspection planning in accordance with the risks of equipment and the results of discussions of the engineers concerned will be conducted every 2 years and with the Ultrasonic Test method to determine the thickness of the Lining and Radiography Test to see the quality of welds.

Keywords : Inspection Planning, Risk Based Inspection, API RP 581, Software, Pressure Vessel, Risk.

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR LAMPIRAN	xxvii
NOMENKLATUR	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pressure Vessel.....	5
2.1.1. Bentuk Pressure Vessel	5
2.1.2. Komponen Pressure Vessel	7
2.1.3. Kegagalan Pada Pressure Vessel	7
2.2. Inspeksi.....	7
2.3. Risk Based Inspection (RBI)	8
2.3.1. Probability of Failure (POF).....	9
2.3.1.1. Generic Failure Frequency (GFF)	9
2.3.1.2. Faktor Manajemen Sistem	10
2.3.1.3. Damage Factors	11
2.3.2. Consequence of Failure	12
2.3.2.1. Consequence of Failure Level 1	13
2.3.2.2. Consequence of Failure Level 2	17
2.3.3. Analisis Risiko dan Perencanaan Inspeksi	19

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1.	Diagram Alir Penelitian	21
3.2.	Prosedur Pengujian	22
3.2.1	Studi Literatur	22
3.2.2	Pengumpulan Data dan Informasi	22
3.2.3	Perhitungan RBI menggunakan software dan manual	22
3.2.4	Perhitungan Probability dan Consequence of Failure	23
3.2.5	Perhitungan Risk Score	24
3.2.6	Perbandingan Hasil	24
3.2.7	Perencanaan Inspeksi	26

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Deskripsi Komponen Uji	25
4.2.	Analisis RBI	26
4.2.1	Probability of Failure	26
4.2.1.1	Generic Failure Frequency	26
4.2.1.2	Factor Management System	27
4.2.1.3	Thinning	28
4.2.1.4	Corrosion Under Insulation	33
4.2.1.5	Chloride Stress Corrosion Cracking	38
4.2.1.6	Brittle Fracture	41
4.2.1.7	High Temperature Hydrogen Attack	42
4.2.2	Final Probability of Failure	45
4.2.3	Consequence of Failure	45
4.3	Perencanaan Inspeksi	52

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	53
5.2.	Saran	53

DAFTAR RUJUKAN	i
-----------------------------	----------

LAMPIRAN	i
-----------------------	----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cylindrical Pressure Vessel	6
Gambar 2.2 Spherical Pressure Vessel.....	6
Gambar 2.3 Matriks Risiko	20
Gambar 4.1 Generic Failure Frequency	26
Gambar 4.2 Factor Management System	27
Gambar 4.3 Diagram Alir Perhitungan Thinning.....	28
Gambar 4.4 Perhitungan Thinning pada software bagian 1	29
Gambar 4.5 Perhitungan Thinning pada software bagian 2	30
Gambar 4.6 Perhitungan Thinning pada software bagian 3	30
Gambar 4.7 Perhitungan Thinning pada software bagian 4	31
Gambar 4.8 Perhitungan Thinning pada software bagian 5	31
Gambar 4.9 Perhitungan Thinning pada software bagian 6	32
Gambar 4.10 Perhitungan Thinning pada software bagian 7	32
Gambar 4.11 Diagram Perhitungan Corrosion Under Insulation.....	33
Gambar 4.12 Perhitungan CUI pada software bagian 1	34
Gambar 4.13 Perhitungan CUI pada software bagian 2	35
Gambar 4.14 Perhitungan CUI pada software bagian 3	36
Gambar 4.15 Perhitungan CUI pada software bagian 4	37
Gambar 4.16 Diagram alir Perhitungan CLSCC.....	38
Gambar 4.17 Perhitungan CLSCC pada software.....	39
Gambar 4.18 Penentuan Susceptibility Index pada CLSCC	40
Gambar 4.19 Penentuan Number & level of inspection.....	40
Gambar 4.20 Diagram alir perhitungan Brittle Fracture	41
Gambar 4.21 Perhitungan Brittle Fracture pada software	42
Gambar 4.22 Diagram alir Perhitungan HTHA	43
Gambar 4.23 Perhitungan HTHA.....	44

Gambar 4.24 Total Damage Factors.....	44
Gambar 4.25 Final Probability of Failure	45
Gambar 4.26 Diagram alir Perhitungan COF.....	46
Gambar 4.27 Fluida Properties.....	47
Gambar 4.28 Perhitungan Theoretical Release Rate pada COF level 1	47
Gambar 4.29 Menentukan Fluida yang tersedia untuk dilepaskan	48
Gambar 4.30 Release Type	48
Gambar 4.31 Detection and Isolation System.....	49
Gambar 4.32 Perhitungan Release Rate dan Release Mass	49
Gambar 4.33 Toxic Consequence Are	50
Gambar 4.34 Financial Consequence	50
Gambar 4.35 Risk Ranking Area Consequence	51
Gambar 4.36 Risk Ranking Consequence Financial	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 GFF pada Pressure Vessel	10
Tabel 2.2 Evaluasi Sistem Manajemen	11
Tabel 2.3 Fluida Representatif dan Properti	15
Tabel 2.4 Batasan dan ukuran lubang kebocoran	17
Tabel 2.5 Kategori kemungkinan dan area konsekuensi kegagalan	21
Tabel 2.6 Kategori kemungkinan kegagalan dan konsekuensi finansial.....	21
Tabel 3.1 Uraian Kegiatan Selama Penelitian	28
Tabel 4.1 Deskripsi komponen uji	30
Tabel 4.2 Perbandingan hasil perhitungan Thinning	32
Tabel 4.3 Perbandingan hasil perhitungan Corrosion Under Insulation.....	37
Tabel 4.4 Perbandingan hasil perhitungan CLSCC	40
Tabel 4.5 Perbandingan hasil perhitungan Total Damage Factors	44
Tabel 4.6 Perbandingan hasil perhitungan Final POF	45
Tabel 4.7 Perbandingan hasil perhitungan Final COF.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Drawing F5U-DA102.....	i
Lampiran 2 Process Flow Diagram Pabrik Urea IB PT.XYZ	ii
Lampiran 3 Material Balance Pabrik Urea IB PT.XYZ	iii
Lampiran 4 ASME BPVC Section II for Materials	iv
Lampiran 5 Perhitungan Manual Thinning.....	vii
Lampiran 6 Perhitungan Manual Corrosion Under Insulation	viii
Lampiran 7 Perhitungan Manual Chloride Stress Corrosion Cracking	ix
Lampiran 8 Perhitungan Manual Brittle Fracture	x
Lampiran 9 Perhitungan Manual High Temperature Hydrogen Attack	x
Lampiran 10 Perhitungan Manual Consequence of Failure	xi
Lampiran 11 Perhitungan Manual Factor Management System.....	xiii
Lampiran 12 History Card Ketebalan Lining F5U-DA102	xxvi

NOMENKLATUR

- CA : Area yang terkena dampak konsekuensi (m² atau ft²)
- CA_{cmd}^{flam} : Area konsekuensi terbakar terhadap kerusakan komponen (m² atau ft²)
- CA_{cmd}^{tox} : Area konsekuensi beracun terhadap kerusakan komponen (m² atau ft²)
- CA_{cmd}^{nflnt} : Area konsekuensi tak terbakar dan tak beracun terhadap kerusakan komponen (m² atau ft²)
- CA_{inj}^{flam} : Area konsekuensi terbakar terhadap cederanya pekerja (m² atau ft²)
- CA_{inj}^{tox} : Area konsekuensi beracun terhadap cederanya pekerja (m² atau ft²)
- CA_{inj}^{nflnt} : Area konsekuensi tak terbakar dan tak beracun terhadap cederanya pekerja (m² atau ft²)
- CA_{cmd}^{safe} : Area konsekuensi terhadap kerusakan komponen untuk kebocoran yang aman (m² atau ft²)
- CA_{inj}^{safe} : Area konsekuensi terhadap cederanya manusia untuk kebocoran yang aman (m² atau ft²)
- $D_f(t)$: Faktor kerusakan sebagai fungsi waktu
- D_{f-gov}^{thin} : Damage Factor Thinning
- D_{f-gov}^{SCC} : Damage Factor Stress Corrosion Cracking
- D_{f-gov}^{extd} : Damage Factor External Damage
- D_{f-gov}^{brit} : Damage Factor Brittle Fracture
- D_f^{htha} : Damage Factor High Temperature Hydrogen Attack
- D_f^{mfat} : Damage Factor Mechanical Fatigue
- F_{MS} : Faktor sistem manajemen
- FC : Konsekuensi finansial total (\$)
- FC_{cmd} : Konsekuensi finansial akibat kerusakan komponen (\$)

- FC_{affa} : Konsekuensi finansial akibat kerusakan peralatan lain di sekitar terjadinya kerusakan dalam satu unit (\$)
- FC_{prod} : Konsekuensi finansial akibat terganggunya proses produksi akibat perbaikan peralatan industri yang rusak (\$)
- FC_{inj} : Konsekuensi finansial akibat pekerja yang terluka dan cedera lainnya (\$)
- gff_{total} : Generic Failure Frequency total (failures/year)
- $P_f(t)$: Kemungkinan kegagalan sebagai fungsi waktu (failures/year)
- $pscore$: Skor evaluasi sistem manajemen dalam bentuk persentase (%)
- Score : Total skor yang dihasilkan dari evaluasi sistem manajemen
- $psafe$: Kemungkinan kebocoran yang aman

ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API RP 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

Theo Ridhoansyah, Muhammad Yanis*

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

*e-mail: yanis@unsri.ac.id

Abstrak

Laju Produksi pada PT. XYZ yang begitu besar sering kali mengakibatkan kegagalan pada peralatan industrinya. Peralatan yang sering mengalami kegagalan yaitu *pressure vessel*. Untuk memperkecil terjadinya kegagalan pada peralatan maka diperlukan pola inspeksi yang sesuai dan tetap sasaran, oleh sebab itu metode *Risk Based Inspection* (RBI) berbasis standar *API RP 580/581* digunakan untuk mengetahui risiko yang dimiliki alat tersebut dan merancang perencanaan inspeksi apa yang sesuai dengan risiko yang dimilikinya. Hasil dari perhitungan metode ini berupa matriks risiko dari hasil perhitungan *probability of failure* dan *consequence of failure*. Dalam perhitungan *probability of failure* dibutuhkan data perhitungan *damage factors*, *general frequency failure*, dan *management system factor*. Sedangkan dalam perhitungan *consequence of failure* terbagi menjadi *consequence of failure* level 1 dan level 2. Pada penelitian kali ini perhitungan RBI menggunakan *software* dan menghitung secara manual tujuannya adalah untuk mengetahui tingkat keakuratan perhitungan *software* tersebut. *Pressure vessel* yang digunakan sebagai sampel penelitian yaitu F5U-DA102 yang berada di area Pabrik urea IB. Hasil perhitungan analisis RBI pada *software* dan secara manual menunjukkan hasil yang sama yaitu tingkat risiko *Medium* pada *Consequence Area* dan *Medium High* pada *Financial Consequence*. Untuk perencanaan inspeksi yang sesuai dengan risiko tersebut dan dengan hasil diskusi dengan para *engineer* terkait adalah menggunakan metode *ultrasonic test* untuk mengetahui sisa ketebalan *lining* dan *radiography test* untuk melihat kualitas lasan dan waktu inspeksi dipercepat 2 tahun sekali dari sebelumnya 3 tahun sekali.

Kata Kunci : Perencanaan Inspeksi, Risk Based Inspection, API RP 581, Pressure Vessel, Risiko.



Indralava. Juli 2020
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API RP 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ

Theo Ridhoansyah, Muhammad Yanis*

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia
*e-mail: yanis@unsri.ac.id

Abstract

PT. XYZ has a large production rate can cause equipment failures. Equipment that often fails is the pressure vessel. Minimizing the occurrence of equipment failures, an appropriate inspection is needed and remains targeted, therefore the Risk Based Inspection (RBI) method based on the API RP 580/581 standard is used to determine the risk of the equipment and make an inspection plan. The results of the calculation of this method is a risk matrix from the calculation of probability of failure and consequence of failure. Calculating the probability of failure is needed damage factors calculation, general frequency failure and management system factors. In this thesis the calculation of RBI uses software and calculates manually to find out the accuracy of the software calculations. The pressure vessel used as a research sample is F5U-DA102 located in the urea Factory area. The calculation results of RBI analysis on software and manually show the same results, and the risks of the equipment are Medium for the area of consequences and Medium High for financial consequences. Inspection planning in accordance with these risks and with the results of discussions with engineers, the inspection planning is to use the ultrasonic test to determine the remaining thickness of the lining and radiography test to see quality of welds and the inspection time is accelerated once every 2 years from once every 3 years.

Keywords: *Inspection Planning, Risk Based Inspection, API RP 581, Pressure Vessel, Risk.*



Indralaya, Juli 2020
Pembimbing Skripsi



I.T.

Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. XYZ adalah Perusahaan Petrokimia nasional yang memproduksi dan memasarkan Pupuk dan Agribisnis. Produk utama perusahaan ini adalah amonia dan urea yang dimana dapat menghasilkan hampir sekitar 1,6 juta ton urea dan 1 juta ton amoniak per tahun. Dengan laju produksi yang tinggi tersebut sering kali mengakibatkan potensi terjadinya kerusakan pada peralatan atau unit yang mendukung proses produksinya dan bahaya yang diakibatkannya. Peralatan mekanik yang sering terjadi kerusakan salah satunya adalah *pressure vessel*.

Pressure vessel merupakan peralatan mekanik (statik) yang berfungsi menampung, mencampur, menyaring dan memisahkan fluida dengan kondisi tekanan, temperatur yang tinggi dan volume yang besar. Potensi kegagalan terjadi biasanya disebabkan karena desain pada *pressure vessel* tidak sesuai standar dan kurangnya perawatan pada alat tersebut.

Maka dari itu setiap peralatan mekanik khususnya *pressure vessel* diperlukan pola inspeksi yang teratur dan sesuai berdasarkan risiko yang dimiliki alat tersebut. Inspeksi merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui apakah adanya kerusakan pada suatu peralatan yang sedang beroperasi. Oleh sebab itu pola inspeksi yang teratur dan sesuai standar yang dapat menurunkan tingkat kegagalan alat tanpa menghilangkan risiko pada peralatan tersebut.

Dalam perkembangannya telah ditemukan sebuah metode inspeksi yaitu *Risk Based Inspection* (RBI) yang menggunakan risiko sebagai dasar dalam memprioritaskan dan mengatur pola inspeksi. Metode RBI digunakan untuk memprioritaskan peralatan yang mempunyai risiko tinggi, menghemat waktu dan biaya inspeksi agar pola inspeksi dapat diatur secara terjadwal. Hasil yang didapat dari perhitungan RBI berupa *Risk Score* yang digunakan untuk tindakan Perencanaan Inspeksi yang berupa waktu dan metode apa yang akan digunakan pada Inspeksi selanjutnya.

PT. XYZ dan Universitas Sriwijaya khususnya Jurusan Teknik Mesin telah bekerja sama mengembangkan Software RBI yang mengacu pada sistem API *Recommended Practice 580/581* yang diberi nama RAFAOLEC (*Risk Assesment for Approach of Latest Equipment*

Condition). Software ini masih dalam tahap pengembangan dan masih terus diuji coba. Dengan demikian judul skripsi / tugas akhir ini “**ANALISIS RISK BASED INSPECTION (RBI) BERBASIS API 580/581 PADA PRESSURE VESSEL UNTUK PERENCANAAN INSPEKSI DI PT. XYZ**”

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, *software* yang telah dikembangkan ini harus terus diuji untuk mengetahui tingkat keakuratan pada perhitungan yang ada didalam *software* tersebut. Dengan demikian penelitian ini berupa membandingkan hasil perhitungan pada *software* dengan perhitungan manual pada setiap fungsi/fitur yang ada didalamnya. Jika hasil pengujian menunjukkan nilai yang sama maka dapat dilakukan perencanaan inspeksi.

1.3 Batasan Masalah

Batasan Masalah penelitian ini yaitu :

- a. *Software* yang digunakan dalam metode RBI ini adalah *RAFAOLEC (Risk Assesment for Approach of Latest Equipment Condition)*.
- b. Komponen yang dianalisis yaitu *Pressure Vessel* di Pabrik IB
- c. Menggunakan perhitungan manual yang mengacu pada API Recommended Practice 580/581.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Melakukan Analisis risiko menggunakan *software* RBI pada *Pressure Vessel*.
- b. Melakukan Analisis risiko RBI pada *Pressure Vessel* secara manual.

- c. Membandingkan hasil perhitungan manual dan pada *software*.
- d. Menentukan Perencanaan Inspeksi pada *Pressure Vessel*.

1.5 Manfaat Penelitian

Harapan dari manfaat penelitian ini yaitu :

- a. Menjadikan RBI sebagai metode yang disarankan untuk acuan perencanaan inspeksi pada *pressure vessel*.
- b. Mengurangi risiko terjadinya kegagalan pada *pressure vessel*.
- c. Menjadi referensi bagi mahasiswa dan akademisi lainnya yang meneliti permasalahan terkait metode RBI.

DAFTAR RUJUKAN

- API RP 572. (2009). *Inspection Practice for Pressure Vessel*. Washington D.C. : API Publishing Services.
- API 580 (2009). *Recommended Practice for Risk-Based Inspection*. (November), 96. Washington D.C. : API Publishing Services.
- API RP 581. (2016). Risk-Based Inspection Methodology. In *American Petroleum Institute*. Washington D.C. : API Publishing Services.
- API RP 943. (2002). *Material and Fabrication Requirements for 2-1/4Cr-1Mo & 3Cr-1Mo Steel Heavy Wall Pressure Vessel for Hydrogen Service* . Washington D.C. : API Publishing Services.
- Ariandy, D. S. (2017). Analisa Manajemen Inspeksi Berbasis Resiko pada Separator Vessel di PT. YZ. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Barrie, D., & Fulghum, D. A. (2008). Pressure vessel. *Aviation Week and Space Technology (New York)*, Vol. 169, p. 33. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41714-6_163688
- Husein, R. (2016). Analisa Penerapan Metode RBI dalam Pemeriksaan Keselamatan Kerja pada Industri Migas. Depok : Universitas Indonesia.
- Ilham Kurniawan, Edi Septe.S, I. S. (2015). Perencanaan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Tipe Separator Untuk Fluida Gas. *Ejournal Bunghatta*, 6(2).
- Moss, D. (2012). *Pressure Vessel Design Manual (Fourth Edition)*. United States of America : Elsevier.
- Naubnome, Viktor, Haryadi, Gunawan Dwi, Ismail, Rifky, dan Kim, Seon Jin. 2016. *Risk Analysis for Pressure Vessel with External Corrosion using RBI Method Based on API 581*. AIP Conference Proceedings 1725, 020052, pp. 1 – 6.
- Prasetyo, G. (2016). Penilaian Resiko dan Perencanaan Inspeksi pada Sistem Perpipaan Menggunakan Metode *Risk Based Inspection*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Prayogo, A. R. (2019). Pengembangan dan Implementasi *Software Risk Based Inspection*

Standar API RP 581 pada *Pressure Vessel*. Palembang : Universitas Sriwijaya.

- Priyanta, Dwi, L., Dyah Arina Wahyu, dan H., Dhimas Widhi. 2016. Analisis *Remaining Life* dan Penjadwalan Program Inspeksi pada *Pressure Vessel* dengan Menggunakan Metode *Risk Based Inspection* (RBI). *Jurnal Teknik ITS*, 5 (2), pp. 356 – 360.
- Simatupang, Sovian, Sulistijono, Karokaro, Muchtar. 2011. Studi Analisis Resiko pada Pipeline Oil dan Gas dengan Metode *Risk Assesment Kent Muhlbauer* dan *Risk Based Inspection* API Rekomendasi 581. *Jurnal Tugas Akhir ITS*, pp. 1 - 12.
- Soelaiman, T. A. Fauzi, Taufik, Ahmad, dan Soma, Tito Arya. 2004. Analisis Resiko Reaktor Kimia Berdasarkan Standar Inspeksi Berbasis Resiko (*Risk Based Inspection: RBI*) API 581. *Jurnal Teknik Mesin*, 19 (2), pp. 37 – 42.
- Ramadhani, K. (2019). Pengembangan dan Implementasi *Software Risk Based Inspection* (RBI) pada *Atmospheric Storage Tank* dengan Studi Kasus Di PT. Pusri Palembang. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- S, Widi. (2019). Pengembangan dan Implementasi *Software Risk Based Inspection* (RBI) pada Sistem Perpipaan. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Qathafi, M. A. dan, & Sulistijono. (2015). *Studi Aplikasi Metode Risk Based Inspection (RBI) Semi-Kuantitatif API 581 Pada Production Separator*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.