

**ANALISIS KEHANDALAN JARINGAN PIPA *DIESEL OIL* API 5L X-52 JALUR  
BUKOM – PANDAN**

**TUGAS AKHIR**

**AIDIL LUTHFANSYAH PUTRA**

**123.12.014**



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN**

**INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG**

**KOTA DELTAMAS**

**SEPTEMBER 2016**

**ANALISIS KEHANDALAN JARINGAN PIPA *DIESEL OIL* API 5L X-52  
JALUR BUKOM – PANDAN**

**TUGAS AKHIR**

**AIDIL LUTHFANSYAH PUTRA**

**123.12.014**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program  
Studi Metalurgi Dan Material Institut Teknologi Dan Sains Bandung



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL  
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN  
INSTITUT TEKNOLOGI DAN SAINS BANDUNG  
KOTA DELTAMAS  
SEPTEMBER 2016**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan  
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Aidil Luthfansyah Putra**

**NIM : 123.12.014**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal :**

**ANALISIS KEHANDALAN JARINGAN PIPA *DIESEL OIL* API 5L X-52  
JALUR BUKOM – PANDAN**

**TUGAS AKHIR**

**AIDIL LUTHFANSYAH PUTRA**

**123.12.014**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi  
Metalurgi Dan Material Institut Teknologi dan Sains Bandung

Menyetujui,

Kota Deltamas, 27 September 2016

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.**

**Rizky Hidavat, S.T., M.T.**

**NIP. 197412042008011011**

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Metalurgi dan Material**

**Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T.**

**NIP. 197412042008011011**

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* rabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat-Nya lah penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tugas akhir dengan judul “*Analisis Keandalan Jaringan Pipa Diesel Oil Api 5l X-52 Jalur Bukom - Pandan*” ini. Laporan ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik di program studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain, Institut Teknologi dan Sains Bandung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Terealisasikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan kali ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberkan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Akhmad Ardian Korda, S.T., M.T. selaku ketua program studi Teknik Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik dan Desain - ITSB dan sekaligus Dosen Pembimbing Tugas akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, pikiran, sumbangsih ide - ide, pengarahan dan masukan yang bermanfaat dalama penyusunan Tugas Akhir ini, Berserta ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan, baik ilmu dalam bidang akademik maupun non-akademik.
2. Bapak Rizky Hidayat, S.T., M.T selaku pembimbing kedua atas masukan selama pengerjaan tugas akhir ini
3. Bapak Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M. Sc., Ph.D selaku dosen pengampu mata kuliah jurusan yang telah membantu dalam banyak hal dalam bidang akademik dan administrasi berkenaan dengan perkuliahan.
4. Bapak Killang Pratama, S.T., M.T. selaku Sekertaris Prodi Teknik Metalurgi & Material ITSB yang telah banyak membantu dalam hal administrasi berkenaan dengan Tugas Akhir ini.

5. Bang Sony Panukma dan Bang Reza Hadyansyah yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
6. Dosen-dosen yang mengajar Teknik Metalurgi dan Material ITSB yang selama ini telah berkenan meluangkan waktunya untuk memberi ilmu kepada kami.
7. Seluruh keluarga besar atas segala dukungan yang diberikan.
8. Teman – teman angkatan TMM '12 the one and only: Agung, Amel, Asril, Ikhsan, Kristin, Maskuri, Miftah, Nurman, Putri, Rangga, Rizsa, Soleh, Yosua yang telah banyak memberikan cerita selama di masa kuliah ini serta atas doa dan dukungannya selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.
9. Teman – teman kosan dari The Waluyers yaitu Arya dan Yoga hingga Elverde Squad yaitu T. Wiatno dan Lulut yang telah berjuang bersama – sama melawan kerasnya Kota Deltamas selama 4 tahun.
10. Kawan-kawan himpunan tercinta Himatama ITSB
11. Pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
12. Kedua orang tua, Ayahanda Agus Dwi Satriawan dan Ibunda Nurhaeda Burhan atas jasanya yang tak terhingga, atas dukungan baik moril maupun materil, serta doa yang dipanjatkan selama ini untuk keberhasilan penulis untuk mencapai apa yang dicita-citakannya.

Akhir kata semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat-Nya kepada semua pihak yang telah membantu. Besar harapan penulis agar hasil penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Kota Deltamas, 26 Agustus 2016

Penulis

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Institut Teknologi dan Sains Bandung, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aidil Luthfansyah Putra  
NIM : 123.12.014  
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material  
Fakultas : Teknik dan Desain  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Institut Teknologi dan Sains Bandung **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non- exclusive Royalty-Free Rights*)** atas karya ilmiah berjudul : ***“Analisis Kehandalan Jaringan Pipa Diesel Oil API 5L X-52 Jalur Bukom – Pandan”*** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Institut Teknologi dan Sains Bandung berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) , merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Kota Deltamas  
Pada Tanggal : Sabtu, 26 Agustus 2016  
Yang menyatakan,

**Aidil Luthfansyah Putra**

## ABSTRAK

Jalur pipa *diesel oil* Bukom - Pandan sepanjang 7.219 m telah diinstal dan beroperasi sejak 1990. Selama beroperasi, korosi atau degradasi dapat dialami pada jaringan pipa yang diakibatkan oleh kontak langsung dengan fluida dan lingkungan. Hal tersebut dapat menyebabkan menurunnya kekuatan pada jaringan pipa. Inspeksi dengan metode *In-Line Inspection* dengan menggunakan *smart pigging* berjenis *Magnetic Flux Leakage* telah dilakukan. Kemudian Analisis intergritas dan kekuatan sisa yang bersifat kuantitatif dilakukan untuk memperoleh tekanan operasi maksimum yang diizinkan serta mengevaluasi cacat yang diizinkan untuk mendapatkan status aman atau tidak pada daerah yang terkorosi sepanjang jaringan pipa terminal Bukom hingga terminal Pandan.

Pada penelitian ini analisis kekuatan sisa pada jaringan pipa terkorosi dilakukan berdasarkan metode ASME B31.G, DNV RP-F101, dan SHELL-92. Analisis tersebut dilakukan dengan mengolah data hasil inspeksi menggunakan *smart pigging*. Data yang diperoleh meliputi dimensi panjang dan kedalaman cacat, data operasi dan data spesifikasi pipa juga digunakan dalam perhitungan sehingga dapat diperoleh nilai tegangan sisa dan umur sisa pada jaringan pipa yang terkorosi.

Dari analisis kekuatan sisa pipa yang dilakukan dengan ketiga metode tersebut dapat diperoleh lokasi yang paling kritis, yaitu pada jarak absolut 1.373 m dari *pig launcher* yang berada di terminal Bukom. Tekanan maksimum yang diizinkan untuk lokasi tersebut berdasarkan *Original ASME B31.G*, *Modified ASME B31.G*, dan DNV RP-F101, masing - masing adalah 15,3 MPa, 16,3 MPa, dan 16,2 MPa. Sedangkan berdasarkan SHELL-92 lokasi paling kritis terletak dilokasi 5.185 m dengan nilai MAOP 14,39 MPa. Dengan tekanan operasi sekarang sebesar 3,5 MPa dan hasil evaluasi *allowable defect* dengan dimensi kedalaman cacat sebesar 28% dari dinding pipa diperoleh kesimpulan bahwa jaringan pipa jalur Bukom - Pandan masih aman, dan layak dioperasikan.

**Kata Kunci :** *Structural Integrity*, *Risk Based Inspection*, Kekuatan Sisa, Umur sisa.



## ABSTRACT

*Diesel oil pipeline from Bukom - Pandan with the distance of 7.219 m was installed and is still operated since 1990. During its service in offshore or onshore, corrosion or degradation on the pipeline can be caused by its contact with fluid and environment. It may lead to the reduction of the pipeline's strength and integrity. In-Line Inspection with Magnetic Flux Leakage was done. Thus, quantitative analysis for the integrity and remaining strength is needed to obtain the allowed maximum operating pressure and evaluate the allowed defect to obtain the status whether or not the corroded area from Bukom terminal to Pandan terminal is safe to operate.*

*In this final project, the remaining strength of the pipeline is analyzed based on ASME B31.G, DNV RP-F101, and SHELL-92 methods. The analysis is done by using the result of data from smart pigging. The input data themselves consist of data about corrosion with defect dimension, operating data and pipe specification so that the value of the remaining strength and life of the corroded pipeline are obtained.*

*With these three methods, the analysis finds that the most critical corrosion occurs in the absolute distance of 1.373 m from pig launcher located in Bukom terminal. The allowed maximum operating pressures for that location based on Original ASME B31.G, Modified ASME B31.G, and DNV RP-F101 respectively are 15,3 MPa, 16,3 MPa, dan 16,2 MPa. Based on SHELL-92, the most critical corrosion is located in 5.185 m with MAOP 14,39 MPa. With 3,5 MPa as the current operating pressure and the depth dimension of disability by 28% obtained from the evaluation result about the allowed defect, it can be concluded that the pipeline from Bukom to Pandan area is still safe, and feasible to operate.*

*KEY WORDS : Structural Integrity, Risk Based Inspection , Remaining Strength, Remaining life*

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Metodologi Penelitian .....	3
1.5. Sitematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Definisi Umum Pipeline dan Piping .....	7
2.2. Konsep Tegangan Pada Pipa.....	8
2.2.1. Kurva Tegangan–Regangan .....	8
2.2.2. Tegangan yang Berkerja pada Pipa.....	9
2.3. Kajian Risiko (Risk Assessment).....	11
2.4. Kajian Integritas .....	13
2.5. ASME B31.G CODE .....	15
2.5.1. Panjang Korosi Maksimum Yang Diizinkan (L) .....	18
2.5.2. Modified ASME B31.G A Modified Criterion for Evaluating the Remaining Strength of Corroded Pipe .....	20
2.5.3. Modifikasi Dari Flow Stress .....	21
2.5.4. Modifikasi Dari Faktor Folias (M).....	21

2.5.5. Modifikasi Dari Area <i>Metal-Loss</i> .....	22
2.5.6. Langkah Perhitungan <i>Modified</i> ASME B31G Level 1 .....	25
2.6. DNV RP-F101 ( <i>Allowable Stress Approach</i> ) .....	27
2.7. SHELL-92 .....	28
2.8. API 579 <i>Remaining Life Prediction</i> .....	29
BAB III DATA DAN PENGOLAHAN DATA .....	31
3.1. Data Lapangan dan Data Inspeksi <i>Pigging</i> .....	31
3.2. Perhitungan Kekuatan Sisa .....	34
3.2.1. Perhitungan Kekuatan Sisa <i>Original</i> ASME B31.G .....	34
3.2.2. Perhitungan Kekuatan Sisa <i>Modified</i> ASME B31.G .....	35
3.2.3. Perhitungan Kekuatan Sisa DNV RP-F101 .....	36
3.2.4. Perhitungan Kekuatan Sisa SHELL-92.....	37
3.3. Perhitungan Laju Korosi .....	38
3.4. Perhitungan Umur Sisa .....	38
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	39
4.1. Kedalaman Cacat dan Laju Korosi .....	39
4.2. Analisis MAOP dan Tekanan Operasi .....	40
4.3. Analisis Kekuatan Sisa.....	42
4.4. Analisis Umur Sisa.....	43
4.5. Analisis Pengaruh Parameter Dimensi Cacat Terhadap Tegangan Gagal ..	45
4.6. Evaluasi Cacat yang Diizinkan Berdasarkan <i>Code</i> ASME B31.G .....	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1. KESIMPULAN .....	49
5.2. SARAN .....	49
DAFTAR PUSTAKA .....	50
LAMPIRAN .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Metodologi Penelitian .....	5
Gambar 2.1 Kurva Tegangan-Regangan untuk Material Ulet .....	9
Gambar 2.2 Diagram analisis bejana tekan silindris .....	9
Gambar 2.3 In-Line Inspection.....	13
Gambar 2.4 Pressure testing.....	14
Gambar 2.5 Kegiatan <i>Direct Assessment</i> .....	15
Gambar 2.6 Langkah perhitungan code ASME B31G.....	17
Gambar 2.7 Profil cacat korosi, dan parameternya .....	18
Gambar 2.8 Gambar Grafik nilai B.....	19
Gambar 2.9 Kontur dari kedalaman cacat yang dianalisis .....	22
Gambar 2.10 Plot titik-titik sepanjang dasar kontur cacat .....	23
Gambar 2.11 aproksimasi bentuk rectangular pada permukaan cacat dalam bidang longitudinal pada pipa, Berdasarkan Metode DNV .....	27
Gambar 4.1 Kedalaman cacat pada jaringan pipa jalur Bukom – Pandan .....	39
Gambar 4.2 Laju korosi pada seluruh jaringan pipa .....	40
Gambar 4.3 MAOP pada jaringan pipa jalur Bukom – Pandan.....	41
Gambar 4.4 Perbandingan nilai MAOP saat ini dengan tekanan operasi .....	41
Gambar 4.5 Tegangan gagal pada jaringan pipa dengan menggunakan metode original ASME B31.G, Modified ASME B31.G, DNV RP-F101,dan Shell-92....	42
Gambar 4.6 Umur sisa pipa jaringan jalur Bukom – Pandan.....	43
Gambar 4.7 Grafik penurunan MAOP (metode ASME B31.G) terhadap waktu (tahun) sebagai prediksi umur sisa terpendek pada lokasi 11,21 m.....	44
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Panjang Cacat Terhadap Tegangan Gagal Berdasarkan Original ASME B.31G, Modified ASME B31.G, DNV RP-F101, dan SHELL-92 .....	46
Gambar 4.9 Grafik kedalam Cacat Terhadap Tegangan Gagal Berdasarkan Original ASME B.31G, Modified ASME B31.G, DNV RP-F101, dan SHELL-92 .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Inspeksi pigging .....	31
Tabel 3.2 Informasi Pipeline .....	32
Tabel 3.3 Anomali yang terdeteksi saat inspeksi dengan intelligent pig .....	32
Tabel 3.4 Daftar 10 anomali cacat terparah berdasarkan kedalaman cacat .....	33
Tabel 4.1 Perbandingan 10 lokasi umur sisa metode pendekatan MAOP ASME B31.G dan API 579 berdasarkan lokasi cacat terparah.....	43
Tabel 4.2 Evaluasi 10 Cacat Terparah Berdasarkan ASME B31.G.....	48