

Pigging Operation on a Propylene Transfer Pipeline

Apriadi Bunga*¹, Yanto^{1,2}

Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Biosains, Teknologi dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jalan Jenderal Sudirman 51 Jakarta 12930.

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Biosains, Teknologi, dan Inovasi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya. Jalan Raya Cisauk-Lapan No. 10, Cisauk, Tangerang, Banten 15345.

Article Info

Article history:

Received
July 11, 2025

Accepted
November 11, 2025

Keywords:

Pig, Pigging, Pipeline,
Propylene

Abstract

In oil and Gas, pipelines are commonly used to transport hydrocarbons or products inland due to their efficiency and safety. It can operate 24 hours, 7 days without interruption, which is crucial for a continuous operation. Compared with trucking or rail transport, pipelines have lower operating and maintenance costs for bulk transportation. And as most pipelines will go underground, it provides safer operation by minimizing interaction with the public. Building a pipeline infrastructure requires a comprehensive process of planning, designing, procurement, construction up to the commissioning. One of the critical steps of the pipeline construction is conducting pigging, which can ensure cleanliness, dryness, and verify the pipe gauge and thickness. This will ensure safe operation of a pipeline. This article presents a case study of the pigging operation in a pipeline for propylene transfer stretch for approximately 4.1 km.

Info Artikel

Histori Artikel:

Diterima:
11 Juli 2025

Disetujui:
11 November 2025

Kata Kunci:

Pig, Pigging, Jaringan
Pipa, Pipeline,
Propylene

Abstrak

Dalam dunia migas, pipa umumnya digunakan untuk mengangkut hidrokarbon atau produk lewat darat, dikarenakan efisiensi dan keamanannya. Jaringan pipa dapat beroperasi selama 24 jam, 7 hari tanpa adanya interupsi, yang menjadi penting untuk operasi secara kontinyu. Dibandingkan dengan menggunakan truk atau lewat kerta, pipeline memerlukan biaya operasi dan perawatan lebih rendah untuk pengangkutan secara masal. Sebagian besar jaringan pipa berada di bawah tanah, yang memberikan keamanan operasi dengan meminimalkan adanya interaksi dengan public. Pembangunan infrastruktur jaringan pipa melibatkan proses yang komprehensif dari perencanaan, desain, pembelian, konstruksi sampai ke tahap komisioning. Salah satu langkah kritis dalam konstruksi adalah melakukan pigging, yang dapat meyakinkan kebersihan, tingkat kekeringan dalam pipa pengukuran dan verifikasi ketebalan pipa. Hal ini akan memastikan pengoperasian pipeline dengan aman. Artikel ini menyajikan studi kasus dari pigging operation untuk jaringan pipa transfer propylene yang membentang sekitar 4.1 km.

1. PENDAHULUAN

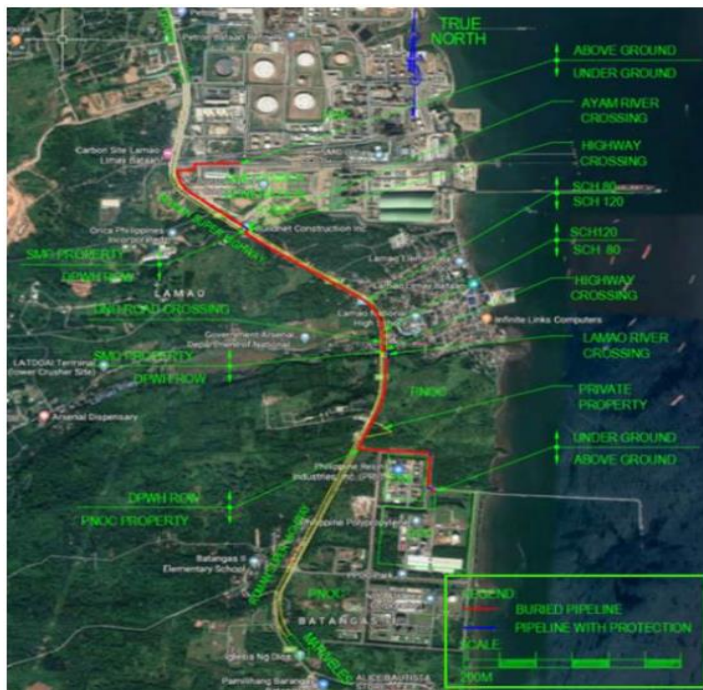
Jaringan pipa merupakan infrastruktur esensial dalam dunia migas yang digunakan untuk mengangkut hidrokarbon atau produk lewat darat atau melewati lewat bawah laut seperti minyak mentah, gas alam, dan produk hasil rafinasi dari satu titik ke titik lain yang menyambungkan unit produksi, proses, penimbunan, atau fasilitas distribusi. Sistem

*Corresponding author. Apriadi Bunga
Email address: apriadi.bunga@gmail.com

transportasi pipa merupakan solusi termurah dan teraman untuk mengangkut hidrokarbon, gas, dan cairan lainnya dalam jarak jauh (Giro *et al.*, 2022). Setelah konstruksi, bagian dalam pipa cenderung secara alami mengumpulkan endapan seperti karat, kotoran, kerak, ataupun lilin parafin (McAllister, 2013). Untuk jaringan pipa darat sebagian besar instalasi berada di bawah tanah, sehingga, diperlukan langkah krusial untuk memastikan kondisi jaringan pipa sesuai dengan kondisi aman dan sesuai dengan kaidah teknis perencanaan sebelum diserahkan ke Klien. Pembersihan internal pipa dapat dilakukan dengan beberapa teknik, diterapkan secara individual atau bersama-sama (McAllister, 2013; Olajire, 2021).

Dalam artikel ini, dipaparkan tahapan pigging yang dilakukan pada jaringan pipa propylene sepanjang 4.1 km yang dibangun dari unit rafinasi ke titik penimbunan sebelum didistribusikan. Jalur jaringan pipa transfer ini dibangun dari titik produksi di Petron Bataan Refinery (PBR) ke titik penimbunan di Petron Propylene Plant (PPP), di Filipina., dimana jaringan pipa dibangun di bawah tanah, dengan pipa berdiameter 8 inch dengan ketebalan sch. 80 dan sch. 120 pada bentangan yang melengkung. Pipa sepanjang 4.1 km ini di mulai dari titik transfer yang dilengkapi dengan peralatan Pig Launcher dan pada titik penerima dengan Pig Receiver, dan titik transfer dan penerima ini menjadi batasan dalam artikel ini.

Operasi Pigging merupakan metode yang umum digunakan untuk melakukan pembersihan, pengeringan, inspeksi pada jaringan pipa baik yang baru dibangun atau yang telah beroperasi. Dalam tiap langkah pigging menggunakan komponen pig yang berbeda menyesuaikan tujuan yang ingin dicapai. Artikel ini memberikan tahapan pelaksanaan pigging, yang dilaksanakan pada proyek ini sebelum jaringan ini diserahkan ke klien.



Gambar 1.
Rute Jaringan Pipa

2. METODE PELAKSANAAN

Setelah konstruksi jaringan pipa selesai, dilakukan Non Destructive examination, pada umumnya dilakukan dengan Magnetic Test, Dye Penetrant Test dan atau Radiographic Test dan dilanjutkan dengan Hydrostatic Test. Setelah tahap ini, akan dilakukan Pigging dengan tahapan: Cleaning → Gauging/ Caliper → Baseline Measurement → Dewatering dan

Drying.

Cleaning (Pembersihan) dilakukan dengan medium density foam pig (busa dengan densitas medium), dengan tujuan untuk menghilangkan kontaminan yang nantinya dapat mempengaruhi hasil pembacaan alat UT-MC-ILI. Pembersihan dilakukan secara kontinyu hingga mencapai kriteria kebersihan yaitu maksimal 20% dari berat yang diantisipasi 3 kg/Km (Maksimal ~2.4 kg untuk Panjang 4.1 km). Medium pendorong adalah air (*water*).

Gauging (Pengecekan diameter internal) dilakukan dengan pig yang dilengkapi dengan plat aluminium yang akan terdeformasi dan memberikan tanda jika bersinggungan dengan internal diameter yang menyempit. Alat ini dapat dioperasikan secara bi-directional, untuk mengetahui apakah ada kerusakan dan diameter minimum yang dibutuhkan untuk menjalankan UT-MC-ILI tool tercapai. Contoh kerusakan seperti penyempitan internal, pipa oval, kelebihan kampuh las. Medium pendorong adalah air (*water*).

Caliper (Kaliper), dilakukan dengan Pig yang dilengkapi dengan transmitter untuk mendeteksi adanya penyempitan, deformasi atau pipa yg oval, beserta lokasi titik kerusakan tersebut. Hasil inspeksi ini akan di verifikasi oleh inspector, dan jika ditemukan kerusakan yang signifikan dapat dilakukan perbaikan sebelum inspeksi final dengan UT-MC. Medium pendorong adalah air (*water*).

Inspeksi UT-MC (*Ultrasonic – Multichannel*) merupakan tahapan inspeksi final dilakukan dengan Pig yang dilengkapi alat yang dapat mengukur ketebalan pipa dan *metal loss* baik bagian internal dan eksternal pipa dengan menggunakan gelombang ultrasonik, dimana Transduser ultrasonik akan ditempatkan di di sekeliling pig sehingga dapat memberikan profil pipa secara menyeluruh. Pig UT-MC dapat dijalankan dengan kecepatan 0.1 m/s sampai 2 m/s. Medium pendorong adalah air (*water*).

Dewatering & Drying merupakan tahapan akhir setelah inspeksi. Dilakukan dengan *Foam Pig* (busa) yang dilakukan secara kontinyu hingga tidak didapatkan sisa air pada sisi Pig Receiver. Kecepatan luncur antara 0.5 m/s sampai 1 m/s. Medium pendorong yang digunakan adalah Nitrogen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum dilakukan verifikasi dengan UT-MC Pig, terlebih dahulu dilakukan perhitungan ketebalan minimum pipa, yang nantinya dibandingkan dengan data yang diperoleh saat Pigging. Tabel 1 menyajikan parameter jaringan pipa.

Tabel 1.

Parameter Jaringan Pipa

Diameter Luar Pipa	D	NPS 8	8.625 inch (219.1 mm)
Ketebalan Nominal Pipa	Tn	Sch. 80 / Sch. 120	12.7 mm/ 18.26 mm
Diameter Dalam Nominal Pipa			193.7 mm / 182.58 mm
Material Pipa		Baja Karbon	ASTM A-106 Gr. B
Kode Konstruksi		ASME B31.4	
Tekanan Operasi Maksimum			304 Psi (21.0 bar)
Tekanan Desain	P		710 Psi (49.0 bar)
Corrosion Allowance	CA		1.6 mm

Kriteria Minimum ketebalan pipa mengacu ke ASME B31.4 (ASME, 2016) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$t = P.D / 20 S = 5.406 \text{ mm, dimana}$$

t, Ketebalan Tekanan Desain
P, Tekanan Desain = 710 Psi (49 bar = 4900 Kpa)
D, Diameter Luar Pipa = 219.1 mm (NPS 8)
Sedangkan $S = F \cdot E \cdot S_y$, dimana
F, Faktor Pipa Tanam = 0.72 (Tabel 403.2.1-1)
E, Faktor Pengelasan = 1 (Tabel 403.2.1-1)
 S_y , Nilai Stress Material = 20 Ksi (137.9 MPa), Tabel A-1A @ 149 degF
Selanjutnya, ditentukan tebal minimum desain, T_m , memperhitungkan CA
 $T_m = t + A = 5.406 + 1.6 = 7.006 \text{ mm, dimana}$
A, Mechanical Allowance = 1.6 (CA)

Penentuan Tebal minimum pipa mesti memperhitungkan toleransi manufaktur, maka:

$$t_{min} = T_n * (1 - M_t) * (1 - R_t) - CA, \text{ dimana}$$

t_{min} : tebal Minimum
 T_n : Tebal Nominal
 M_t : mill tolerance = 12.5% (ASME B31.4)
 R_t : reduction tolerance = 8%

Tabel 2 menyajikan *acceptance criteria* yang digunakan. Pada Tabel 3 disajikan hasil *cleaning Pig*. Sementara itu hasil *Gauging Pig* dan *Caliper Pig* disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Data pengambilan Caliper Pig ini disajikan pada Gambar 2. Gambar 3 menyajikan grafik internal diameter. Sementara itu hasil UT-MC Pig disajikan pada Tabel 6 dengan data pengambilan UT-MC Pig dapat dilihat pada Gambar 4. Dari interpretasi data dari *tool pigging* tersebut, dapat digambarkan data tebal nominal (T_n) dengan tebal hasil pengambilan data (*reference thickness*) dengan grafik perbandingan Tebal dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2.

Acceptance Criteria

T_m	t_{min}	Max. ID	Nom. Dia	D	ID	T_n	Max. T (+12.5%)	Min ID	Min. Dia (allow ovality 3%)
7.006	8.624	201.853	200	219.1	193.7	12.7 (sch.80)	14.288	190.525	184.81
7.066	13.099	192.901	200	219.1	182.58	18.26 (sch.120)	20.543	178.015	172.02

Tabel 3.

Hasil *cleaning Pig*

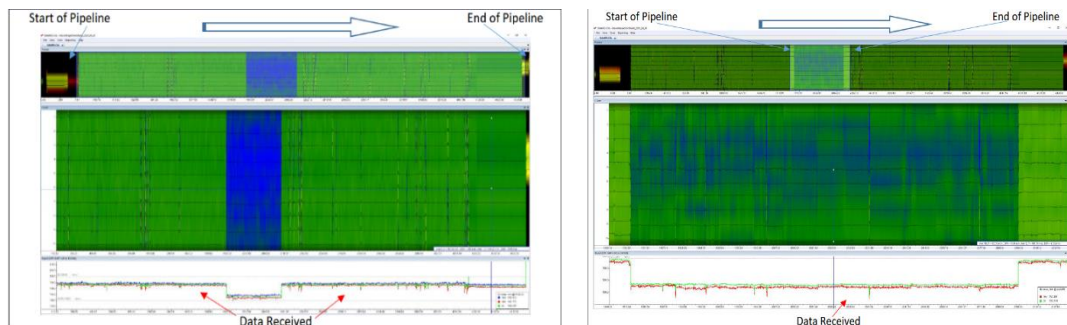
Pig	Flowrate	Pressure	Propellant	Outcome	Before	After
Medium Foam	30-40 m ³ /hr	2-2.7 bar	Water	>10 kg sludge		
Brush	48-52 m ³ /hr	2-2.7 bar	Water	~3 kg sludge		
Medium Foam	48-52 m ³ /hr	2-2.7 bar	Water	No debris		

Tabel 4.
Hasil *Gauging Pig*

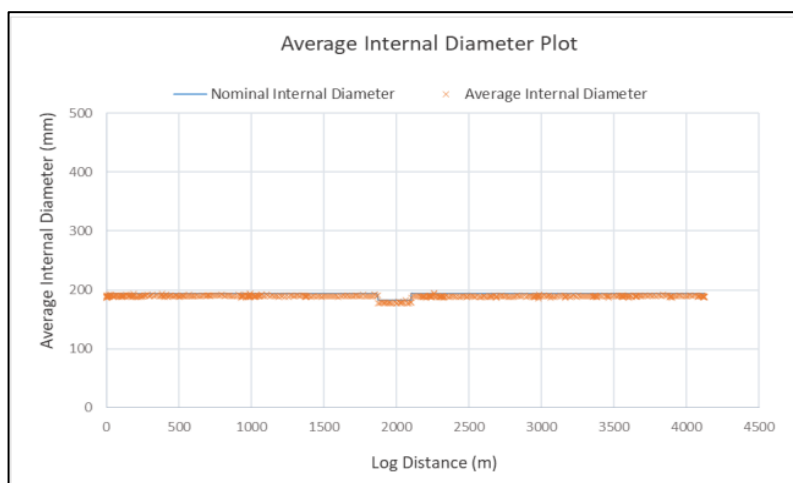
					
Pig	Propellant	Acc.	Position	OD	Min. Bore
Gauge pig	Water	Yes	1 - 5	168	165
			2 - 6	169	166
			3 - 7	170	166
			4 - 8	170	165

Tabel 5.
Hasil *Caliper Pig*

Flowrate	Pressure	Propellant	
43-49 m ³ /hr	3-4 bar	Water	



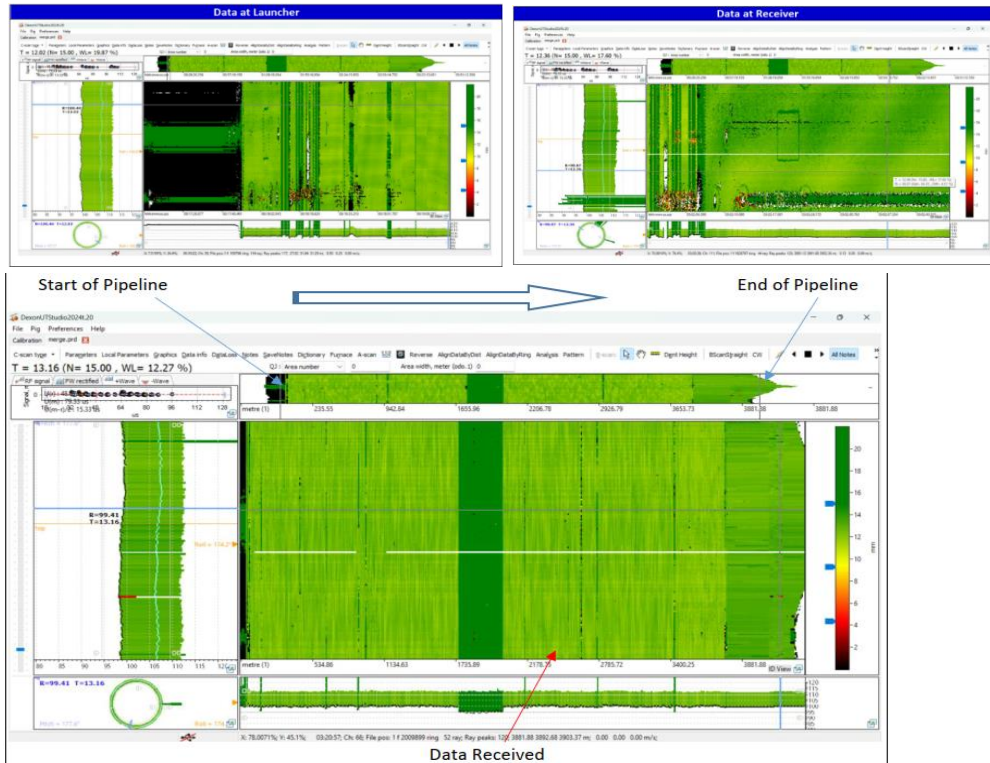
Gambar 2.
Data pengambilan Caliper Pig



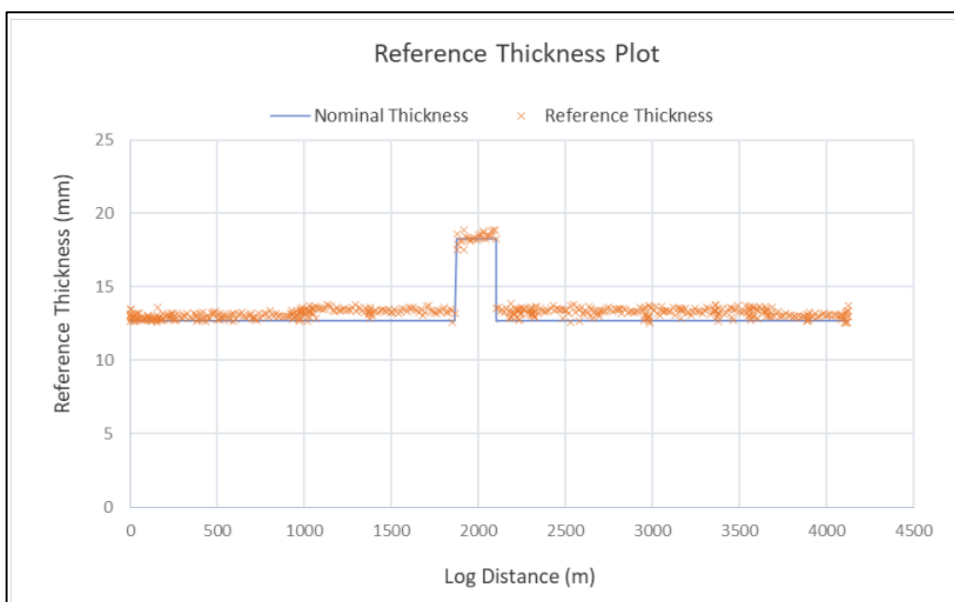
Gambar 3.
Grafik perbandingan internal diameter

Tabel 6.
Hasil UT-MC Pig

Flowrate	Pressure	Propellant
47-49 m ³ /hr	3-9 bar	Water



Gambar 4.
Data pengambilan UT-MC Pig



Gambar 5.
Grafik perbandingan tebal nominal vs *reference*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil caliper pig didapati diameter jaringan pipa tidak ditemukan cacat dan diameter dalam pipa rata-rata lebih kecil yang menandakan pipa aktual lebih tebal daripada tebal nominal. Selanjutnya dari verifikasi dengan UT-MC Pig, didapati bahwa ketebalan pipa aktual di atas ketebalan pipa nominal, 12.7 untuk sch.80 dan 18.26 untuk sch. 120 dan juga tebal minimum yang disyaratkan oleh Code 8.624mm dan 13.099, sehingga disimpulkan jaringan pipa dapat beroperasi dengan aman dan dapat mencapai umur pakai yang disyaratkan oleh klien. Namun tentunya, data ini perlu divalidasi secara periodik untuk menentukan umur pakai jaringan pipa yang aman.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada penulis ucapkan kepada civitas akademika Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya atas dukungannya selama saya mengikuti program Profesi Insinyur secara daring, juga untuk Yuhantech yang telah memberikan kesempatan penulis untuk dapat mengikuti program ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. ASME. (2016). B31.3 *Process Piping*. USA: American Society of Mechanical Engineers.
2. ASME. (2016). B31.4 *Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries*. USA: American Society of Mechanical Engineers.
3. American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2015). B36.10 *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe*. USA: American Society of Mechanical Engineers.
4. McAllister, E.W. (2013), *Pipeline Rules of Thumb HandBook, Eight Edition*. Houston: Gulf Professional Publishing.
5. Giro, R., Bernasconi, G., Giunta, G., Cesari, S. (2022). Online monitoring of inner deposits in crude oil pipelines. SPE Production and Operations, SPE 209825, 1-12.
6. Olajire, A. A. (2021). Review of Wax Deposition in Subsea Oil Pipeline Systems and Mitigation Technologies in the Petroleum Industry. *Chem Eng J Adv*, 6, 100104.