

## PIPELINE INSPECTING BY INTELLIGENT PIGS

Janu Pardadi \*,ViktorMalau\*\*

Mechanical & Industrial Engineering Department  
Faculty of Engineering Gadjah Mada University Yogyakarta  
Jl.Grafika 2 Kampus UGM Yogyakarta  
[Pardadi@yahoo.com](mailto:Pardadi@yahoo.com), [malauviktor@yahoo.com](mailto:malauviktor@yahoo.com),

### Abstract

*Pipeline pigging is the term to inspecting & cleaning the long distance pipeline. The reaction of pigging reduces the operation cost, safe the environmental, minimize the lost product and reduce the time lost.*

*Many millions miles of pipeline carrying everything from water to crude oil and in hot and cold temperature like as LNG. The pipe is vulnerable to attack by internal and external corrosion, cracking, third party damage and manufacturing flaws. However, if a petroleum or chemical pipeline leaks, it can be a environmental disaster.*

*The new devices to inspecting and cleaning, called pigs, that are sent through the buried pipe. The pigs are carried through the pipe by the flow of the liquid or gas and can travel and perform inspections over very large distances. The pigs carry a small computer to collect, stored and transmit the data for analysis the condition of pipe. Now the intelligent pig is the new & smart product to inspect and cleaning of the pipe line.*

*The intelligent pig can inspecting and monitoring the pipeline by many sensor inside of the device, for example: ultrasonic sensor, eddy current sensor, corrosion sensor, debris sensor etc. All the data can be recorded and then can be analysis .*

*Keywords: Intelligent pig, inspection & monitoring.*

### 1. Pendahuluan

Pigging merupakan salah satu teknik "cleaning operation" bagian dalam dari "pipeline system" yang panjangnya sampai ratusan kilometer seperti "cude oil pipeline" di Chevron, Medco dll. Sistem perpipaan ini dapat menjadi kotor akibat berbagai hal, seperti adanya kerak (*scale*), korosi akibat adanya fluida korosif, aus dll.

Pigging juga digunakan untuk mendeteksi adanya kerusakan (keausan, korosi, kebocoran, perubahan diameter dll) serta perubahan ketebalan, adanya pitting, dan cacat (penyok dll).

Dengan demikian, penggunaan *pigging system* untuk :

- a. *Inside Pipeline Cleaning*,
- b. *Material Detecting*
- c. *Dimensional Detecting*
- d. *Thickness Detecting etc*

*Cleaning & detecting* bagian dalam pipa dengan sistem *pigging* ini dilakukan dengan

memasukkan alat pig kedalam alat peluncur (*pig launcher*), pig akan meluncur disepanjang pipeline dan diterima oleh perlengkapan penerima (*pig reciever*). Selama pig ini meluncur di dalam pipa, maka pig akan melakukan *inside cleaning pipeline* te, sekaligus melakukan pendeteksian kondisi pipa tersebut.

Ada berbagai jenis *pigging*, ada *pigging* yang hanya berfungsi untuk membersihkan pipa saja, tetapi ada juga *pigging* yang berfungsi ganda untuk melakukan deteksi sesuai kebutuhan.

#### **Jenis fluida.**

Jenis fluida yang disalurkan di dalam sistem perpipaan dapat berupa cairan (air, jelly, minyak hasil produksi *refinery*, minyak berat/ residu, dll) dan gas (gas alam, nitrogen, gas produksi).

#### **Jenis kotoran.**

Jenis kotoran dalam pipa ini juga sangat tergantung media operasi seperti yang tersebut diatas.



Tabel 1. Jenis kotoran dalam sistem perpipaan

Media Kerja	Bentuk Kotoran	Tipe Pig
Water	Scale, lumpur	Scraper
Crude oil	Scale, partikel, slurry	Scraper, wear compensating
Jelly /oil	Partikel halus, debris	Brushes, batching
Gas alam /Nitrogen	Partikel, Condensat	Brushes, batching
LNG, LPG	Partikel halus	Brushes, batching

## 2. Macam-macam Pig

Tipe *pig* untuk keperluan industri cukup beraneka ragam, baik ditinjau dari konstruksi, jenis kotoran dan jenis fluida. Beberapa dari berbagai keperluan industri tersebut banyak pabrik pembuat *pig* mengikuti perkembangan teknologi yang dibutuhkan oleh konsumen di lapangan, sehingga banyak tipe-tipe *pig* yang diproduksi.

Berbagai tipe produksi *pig* dapat disebutkan seperti berikut [3][7]:

- a. Tipe Foam pig
- b. Tipe Ball Pig
- c. Tipe Bidirectional Pig
- e. Tipe Scraper Pig
- c. Tipe Brush Pig
- f. Tipe Intelligent Pig



Gambar 1 : Macam-macam Pigging

## 3. Pipeline Pigging

Pelaksanaan pigging dilakukan dengan persiapan sebagai berikut:

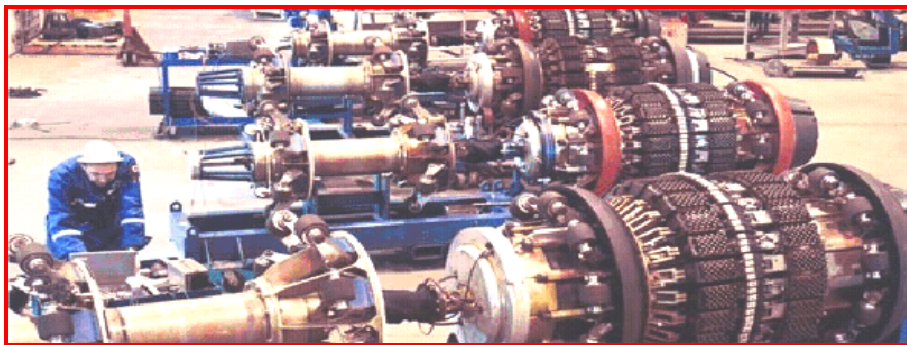
1. Pemasangan Launcher dibagian ujung depan.
2. Dipasang Reciever di bagian ujung belakang
3. Persiapan pompa atau kompressor untuk mendorong pig
4. Pemasangan manometer, berbagai valve dll
5. Operator pigging harus memakai perlengkapan safety yang memadai.

Biasanya untuk awal diluncurkan *foam pig* yang terbuat dari polyurethane , digunakan untuk mengetahui kondisi awal didalam pipa. Data dari hasil peluncuran akan berupa :seberapa cacat atau kerusakan dari foam pig tsb. Kemudian diluncurkan scraper pig untuk menyekrap kotoran/scale yang ada di dinding dalam pipa. Setelah itu baru intelligent pig diluncurkan

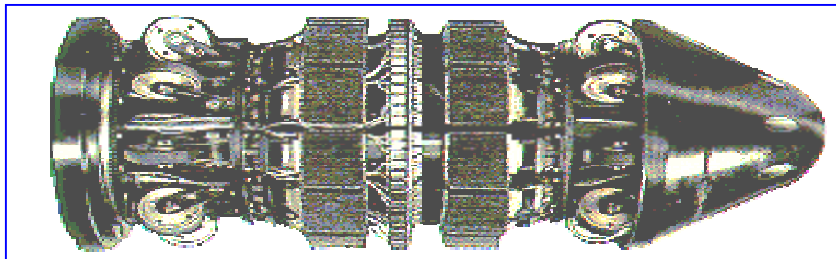


Gambar 2 : Launcher & Receiver dan Safety Operator

#### 4. Intelligent Pig



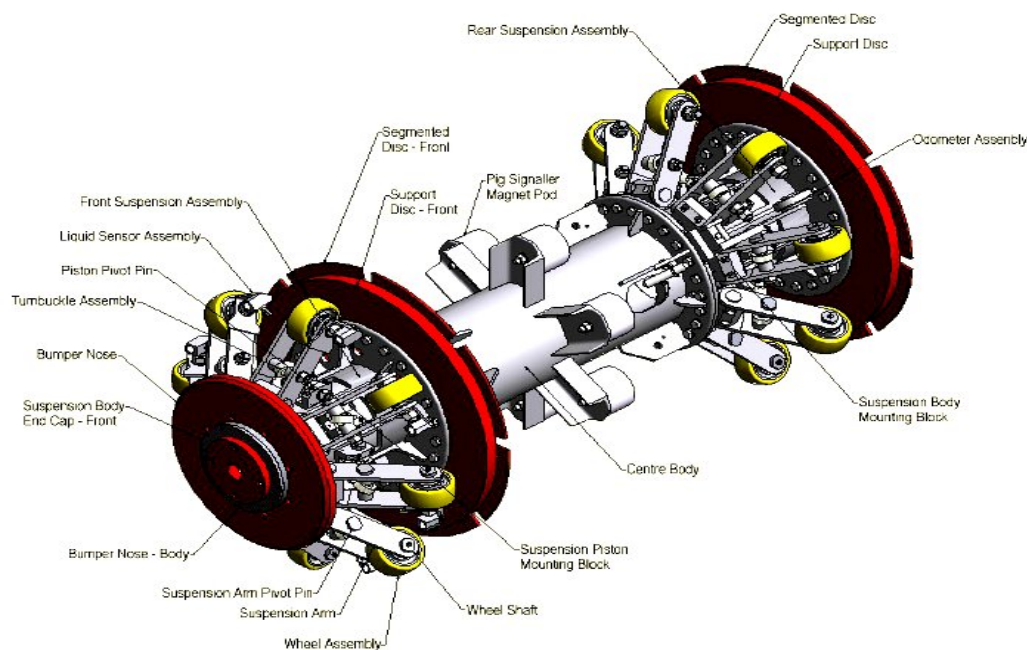
Gambar 2 : Intelligent Pig Manufacturing



Gambar 3 : Intelligent Pig

Bagian Utama Intelligent Pig :

1. Bagian seal pendorong (bumper etc)
2. Sensor diameter pipa (ukuran, ovality, liquid sensor )
3. Sensor ketebalan pipa (Magnet signaller, US signaller)
4. Sensor cacat pipa (debris analisis)
5. Sensor jarak (panjang pipa-odometer)
6. Recorder data
7. Lokasi-posisi Pig dll



Gambar 4 : Bagian-bagian dari Intelligent Pig

## 5. Pembahasan

Pada penggunaan intelligent pig, akan sangat tergantung dari kebutuhan inspecting & monitoring yang diperlukan. Oleh karena itu intelligent pig akan dilengkapi dengan sensor dan perekam yang sesuai.

Sensor dan perlengkapan yang sering dipasang pada intelligent pig, diantaranya :

### Caliper Survey.

Sistem *odometer wheel* yang telah digunakan diadopsi untuk mengukur lokasi yang mengalami pengurangan diameter secara akurat dengan menggunakan sistem kaliper.

### Lump Pig

. Prinsipnya hamper mirip dengan *caliper pig*. *Lump pig* mempunyai kumpulan jari-jari yang diproyeksikan pada periphery sealing cup. *Lump pig* mengukur pembesaran diameter dan merekam lokasinya.

### Roof Effect Detector.

Roof effect detector scraper didesain untuk mendeteksi out of roundness dari *longitudinal weld* yang disebabkan oleh pengerolan yang tidak benar. Detektor ini berputar sebagai scraper. Detektor dipasang pada plunyer kemudian dihubungkan dengan coil.

### Elektro Bore Surveyor.

Jari-jari terpasang pada badan pig. Jika terdeteksi akan menyebabkan floating disc menggerakkan suatu variable sinyal sebanding dengan besarnya defleksi. Pig ini tidak memberikan rekaman secara kontinyu tetapi

memberikan rekaman diameter minimum terhadap suatu jarak yang telah diatur. Hanya digunakan untuk perpipaan yang menangani cairan. Data yang didapatkan berupa pengurangan diameter dan lokasinya.

### HRE Caliper.

Pengukuran geometri yang lebih canggih dikembangkan oleh H. Rosen Engineering. Alat ini dilengkapi oleh sistem roda gigi odometer untuk pengukuran jarak. Peralatan ini juga dilengkapi dengan peralatan elektronik dan sistem braking untuk mengatur kecepatan. Signal ditransferkan ke mikrokomputer dan data disimpan dengan menggunakan teknologi CMOS. Pengukuran dan deteksi korosi

### Mekanikal dan fisikal Differential pressure/temperature pig.

Efek-efek dari temperatur dan tekanan pada line gas terutama dari titik dimana aliran gas masuk ke perpipaan akan merupakan problem utama. Akibat kompresi akan meningkatkan temperatur gas dan kemudian menjadi dingin membentuk kondensat pada perpipaan. Hal ini akan menyebabkan timbulnya masalah korosi. Pig ini didesain untuk merekam tekanan dan temperature gas yang akan berubah akibat operasi.

### Magnetik.

British gas mengembangkan teknologi ini dimana medan elektromagnetik diinduksikan kedalam dinding pipa melalui coil. Hilangnya logam (debris) akan menyebabkan flux magnet yang keluar dari pipa berubah.





Hal ini akan merubah tegangan yang diinduksikan ke coil. Perubahan ini direkam dan dianalisis.

#### **Linalog.**

Deteksi perubahan medan magnet akibat korosi dikembangkan oleh AMF Tuboscope.

#### **Vetcolog.**

Secara umum peralatan ini sama dengan linalog tetapi dilengkapi dengan magnet permanen yang menginduksikan magnet ke dinding pipa.

#### **IPEL.**

Internasional Pipeline Engineering Ltd mengembangkan peralatan ini yang mampu mendeteksi *internal corrosion* dan deformasi yang didasarkan pada kebocoran fluks magnet

#### **Ultrasonic**

.Metoda ultrasonic banyak digunakan untuk memeriksa material. Problem utamanya tidak hanya menjaga probe tetap kontak dekat dengan dinding pipa pada seluruh kondisi tetapi juga echo palsu yang timbul dari pipa sirkular.

#### **Electronic RTD caliper plus.**

Peralatan ini biasanya terdiri 3 bagian yaitu battery pada sisi depan, sensor module pada tengah dan processing unit pada sisi belakang. Sensor terdiri dari kumpulan baja berbentuk jari-jari dimana setiap jari-jari ini akan mendeteksi lokasi korosi sumuran, menghitung dan merekam setiap satu satuan panjang.

#### **Deteksi Retak Magnetik:**

Magnet akan terganggu jika flux magnet terpotong. Untuk retak horizontal, magnet akan menginduksikan garis fluks kedalam pipa pada suatu sudut. Hal ini membutuhkan suatu sensor yang berputar sepanjang perpipaian.

#### **Ultrasonic.**

Deteksi retak dengan metoda ultrasonik terbukti sukses.

#### **Pressure decay.**

*Pressure decay* merupakan basis pendekatan dari deteksi bocoran yang mempunyai prinsip mengukur *pressure decay* pada sisi satu dan sisi lainnya. Dengan menggerakkan pig ke posisi yang berbeda, posisi relatif dari penurunan tekanan akan menentukan lokasi kebocoran.

#### **Flow measurement.**

Teknik pengukuran aliran yang sangat sensitif dikembangkan berdasarkan pada kondisi statik (tidak ada aliran) dan bekerja dengan prinsip merekam laju dan arah aliran melalui pig. Posisi kebocoran dapat diketahui dengan mengukur variasi derajat aliran pada pion yang berbeda.

#### **Ultrasonic Maihak**

(*shell*). Fluida bertekanan yang keluar dari orifis kecil akan mengemisikan gelombang suara. Frekuensi gelombang ini tergantung dari faktor yang berhubungan dengan perpipaian seperti ukuran dan bentuk orifis,

tekanan, kekentalan fluida, tipe backfill dan tebal dinding pipa.

#### **Esso.**

Prinsip yang dikembangkan oleh Esso mirip dengan Maihak (*shell*) bedanya hanya printout yang diproduksi dapat kontinu untuk format yang berbeda.

#### **Radioactive**

Fluida yang mengandung *radioactive tracer* diinjeksikan kedalam aliran dan kemudian dipompakan. Jika ada bocoran, maka persentase kecil dari radioaktif akan keluar. Setelah itu pig yang mempunyai *chart recorder* dan *radioactive sensor* dimasukkan kedalam pipa. Jika sensor radioactif mendeteksi adanya radioaktif yang berlebih maka daerah itu terdapat bocoran.

#### **Curvature Monitoring**

.*Curvature monitoring* dibutuhkan untuk mendeteksi perubahan posisi dari pipa. Hal ini diperlukan untuk mengetahui perubahan pipa khususnya di dalam laut, pada daerah yang sering dilanda gempa bumi, area pertambangan dan lain-lain. *Curvature monitoring* ini dapat dilakukan dengan cara *laser* atau *gyroscopic*.

#### **Bend Measurement**

*Gauging pig* dengan suatu piringan yang didesain untuk menyentuh bagian dalam dari busur yang dibentuk oleh *bend*.

**Cathodic Protection Monitoring** Pig dimasukkan kedalam pipa dan melakukan pengukuran sistem perlindungan katodis *impressed current*.

## **6. Kesimpulan**

Dari uraian tersebut di atas, data yang telah direkam oleh *intelligent pig* "*dibaca*" oleh team ahli, di mana data aquisisi berupa rekaman signal yang hanya bisa *diterjemahkan* oleh ahli –nya, menjadi bentuk laporan kondisi pipeline.

Kesimpulan yang dapat diperoleh yaitu :

1. *Inspecting & monitoring* kondisi pipeline, menjadi lebih baik dan lebih akurat
2. Hasil dari program pigging menjadi lebih cepat.
3. Kondisi pipeline secara lengkap dapat langsung diketahui.
4. Teknik pigging dengan *intelligent pig* memerlukan keahlian tersendiri.
5. Karena harus dilakukan oleh team atau perusahaan tertentu, maka biaya operasi menjadi sangat tinggi, disamping harga *intelligent pig* sendiri memang sangat mahal.

Pada kesempatan ini kami beserta tim mengucapkan banyak terima kasih, kepada PT Chevron, Medco serta Ex-Maxsus/Repsol(ChinooC), atas beberapa data yang dapat kami kutip.



## 7. Pustaka

1. Channon Company, D. R., *The Art of Pigging* , Pasific Highway South, des Moines, USA, 2008.
2. Kershaw, R., *Innovative Pigging Solutions for Pipelines*, Pipeline & Gas Journalipelineandgasjournalonline.com, Chesterfield, UK, 2008.
3. Malau, V., *Pipeline Pigging & Inspection Technology*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2008.
4. Stoltze, B., *A New Pipeline Cleaning Technology: Hydraulic Activated Power Pigging (HAPP)*, HAPP Technology, Ltd., 2008.
5. Tiratsoo, J., and Lowe, B. J., *Pipeline Pigging and Integrity Technology*, Scientific Surveys Ltd, 3rd Edition, PO Box 21, Beaconsfield, Bucks HP9 1NS, UK., 2003.
6. www.girardind.com: *Efficient Pigging of Gathering Lines Energy Management Workshop for Upstream and Midstream Operations*, 2007
7. *Fundamental Principal of Pigging Technology*, 2007.

