

# INSPEKSI TEKNIK SISTEM PERPIPAAN INDUSTRI PENGOLAHAN MIGAS

Sulardi

Sekolah Tinggi Teknonoli Minyak dan Gas Bumi Balikpapan

Jln. Transad KM.8, Karang Joang, Balikpapan 76127

Email : Sulardikm61@yahoo.com

**Abstrak**–Tujuan penelitian adalah untuk memberikan gambaran kondisi aktual dan metode inspeksi teknik sistim perpipaan yang dilakukan pada instalasi perpipaan yang digunakan di unit kilang pengolahan minyak. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian terpakai atau metode pemenuhan aplikasi dengan metode pendekatan studi kasus, yakni kasus inspeksi teknik secara *off-stream* dan inspeksi teknik secara *on-stream*. Penelitian ini adalah *technical notes* metode inspeksi teknik *on-stream* dengan pemeriksaan secara visual, sedangkan inspeksi *off-stream* dengan uji *Non Destructive Equipment Test (NDE)* dan pemeriksaan *Destructive Test (DT)*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan inspeksi teknik dapat mengidentifikasi kondisi kerusakan, korosi dan kerusakan fasilitas penunjang perpipaan seperti kondisi *pipe shoe*, *pipe support* dan insulasi pelindung panas dan pemeriksaan pengujian terhadap material pipa dengan *non destructive equipment test* dan *destructive test*.

**Kata Kunci** : *Inspeksi teknik, sistim perpipaan, DT&NDE.*

## I. PENDAHULUAN

**S**ISTEM perpipaan (*piping system*) adalah instalasi pipa penyalur fluida (*liquid*) seperti minyak, fuel oil, air utilitas, air pendingin dan fluida cair lainnya. Fluida gas berupa fuel gas, natural gas, steam, instrument air, utility air, plant airdan liquid gas lainnya. Instalasi perpipaan pada industri pengolahan minyak dan gas bumi berupa bentangan-bentangan jalur pipa yang terdiri dari batangan-batangan pipa yang disambung satu sama lain dan berfungsi untuk mengalirkan fluida baik cair maupun gas dari satu lokasi ke lokasi yang lain atau dari satu peralatan proses ke peralatan proses lain dalam suatu integrated proses kilang. Keberadaan instalasi perpipaan di lingkungan industri kilang pengolahan minyak dan gas bumi (migas) yang penting, bahkan instalasi perpipaan menempati 30-35% dari seluruh komponen peralatan di kilang. Oleh karenanya keberadaan instalasi perpipaan harus diupayakan kondisinya selalu sehat dan siap digunakan.

Permasalahan yang dihadapi adalah sering terjadi kerusakan dan kebocoran perpipaan yang dapat mengganggu kondisi operasi dan proses produksi di kilang akibat terjadinya kebocoran dan kerusakan perpipaan. Terhadap kerusakan dan bocoran perpipaan dilakukan perbaikan dan penggantian dengan spesifikasi dan dimensi yang sejenis, monitoring dan pemetaan korosi perpipaan. Namun dengan hal tersebut masalah kerusakan dan kebocoran perpipaan masih sering terjadi. Hasil identifikasi penyebab masalah menunjukkan bahwa salah satu faktor penyebabnya adalah karena tidak dimilikinya prosedur baku inspeksi teknik perpipaan yang

dapat digunakan sebagai pedoman dan petunjuk kerja didalam melaksanakan tugas-tugas dan pekerjaan inspeksi teknik perpipaan.

Dengan beberapa alasan tersebut maka penelitian ini penting untuk dilakukan guna menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian didalam mengatasi permasalahan sering terjadinya kebocoran dan kerusakan perpipaan di kilang. Fokus permasalahan pada penelitian ini adalah agar dengan kegiatan penelitian ini dapat mengetahui cara pemeriksaan piping system sehingga perpipaan berfungsi dengan baik dan aman mengalirkan fluida baik cair maupun gas dari satu lokasi ke lokasi yang lain dengan baik, benar, memenuhi persyaratan dan dapat mencegah kesalahan dalam pelaksanaan perbaikan/penggantian perpipaan.

Tujuan yang hendak dicapai melalui kegiatan penelitian ini adalah :

1. Memberikan gambaran kondisi aktual instalasi perpipaan yang digunakan di unit pengolahan minyak
2. Memberikan gambaran metode inspeksi sistem perpipaan (*piping system*) yang dilakukan dilingkungan industri pengolahan minyak.

Pertanyaan-pertanyaan yang dikembangkan dan hendak ditemukan jawabannya melalui kegiatan penelitian ini adalah :

1. Bagaimana gambaran kondisi aktual instalasi perpipaan yang digunakan di unit pengolahan minyak
2. Bagaimana gambaran metode inspeksi sistim perpipaan (*piping system*) yang dilakukan dilingkungan industri pengolahan minyak.

Hipotesis pada penelitian ini adalah, bahwa metode kerja inspeksi teknik sangat penting karena dengan metode kerja yang baku maka pekerjaan inspeksi teknik dilakukan dengan tata cara yang sama, peralatanyang sama dan kualifikasi personil yang sama sehingga akan diperoleh hasil inspeksi yang sama dan dengan deviasi serendah mungkin.

Berdasarkan penelusuran dokumen, dokumen laporan penelitian dan referensi tertulis lainnya dilingkungan Pertamina RU V, penyusunan metode kerja baku inspeksi teknik sistim perpipaan ini adalah yang pertama kali dibuat. Dengan demikian maka penelitian ini bersifat original dan tidak terduplikasi dengan data dokumen maupun hasil penelitian yang ada dilingkungan Pertamina RU V.

## II. METODE PENELITIAN

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan industri kilang Pertamina Balikpapan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian terapan atau metode penelitian aplikatif. Penelitian ini adalah technical notes peneliti dalam melaksanakan tugas sebagai *Stationary Inspection Engineer*. Metode dan teknik yang digunakan pada inspeksi adalah dengan pemeriksaan secara visual, pemeriksaan dengan *Non Destructive Test (Equipment) (NDE)*, Pemeriksaan secara (DT) bila diperlukan dan dilakukan secara manual

### Metode Pendekatan

Metode pendekatan yang digunakan pada penelitian ini pendekatan studi kasus dan learning from incident, yakni inspeksi teknik instalasi perpipaan yang dilakukan pada kegiatan inspeksi rutin dan inspeksi teknik pada saat terjadi gangguan pada instalasi perpipaan.

### Material Penelitian

Material inspeksi teknik adalah instalasi perpipaan beserta fasilitas penunjangnya di lingkungan kilang yang meliputi insulasi pipa, sistem pemanas pipa, proteksi korosi, *pipe shoe* dan *pipe support*.

### Peralatan Penelitian

- a. Lembar inspection report, berupa :
  - *Check list system*
  - *History Record*
  - TML
  - Lain-lain sesuai kebutuhan disite.
- b. Small inspection tools, berupa :
  - *Hammer*
  - *Mirror*
  - *Magnet*
  - *Roll Meter*
  - Kapur inspeksi
  - Lampu senter (gas proof)
  - Peralatan lain sesuai kebutuhan disite.
- c. NDT Tools, berupa :
  - *Thickness Meter*
  - *Defectometer*
  - *Caliper*
  - PT & MPI
  - *Replica Metallography*
  - *Endoscopy*
  - *Hardness Tester*
  - *UT Flaw Detector*
  - *NDT tools* lain sesuai kebutuhan disite.

### Kriteria Petugas Inspeksi Perpipaan

- a. Pendidikan minimal Diploma. III/ Sederajat, SLTA Teknik sejenis
- b. Berpengalaman minimal 3 (tiga) tahun sebagai Inspektur dan berkualifikasi MIGAS.
- c. Menguasai kode/standar perpipaan sesuai dipersyaratkan dalam API 570/ Standar Migas

### Metode Pelaksanaan On-Stream Inspection

Inspeksi teknik dengan metode on-stream inspection secara praktek dilaksanakan minimal 1 (satu) kali setiap 6 (enam) bulan dengan tujuan untuk menyakinkan kondisi operasi peralatan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Lakukan pemeriksaan visual terhadap *pipe spool face* setiap line numbernya
- b. Perhatikan kemungkinan adanya indikasi korosi, penipisan, kerusakan atau kebocoran pada sambungan *flange, fitting dan valve*.
- c. Periksa kelurusan (*alignment*) pipa, jika terindikasi bergeser atau saging kembalikan kepada posisi kelurusannya
- d. Periksa kedudukan pipa pada support system. Perhatikan kemungkinan penipisan akibat pergeseran (gesekan) pipa persis pada *pipe sleeper*.
- e. Perhatikan pergerakan dan vibrasi pipa. Jika amplitudo gerakan cukup besar, intensifkan pemeriksaan pada sambungan elbow, expansion loop, pipe support dan fitting lainnya.
- f. Perhatikan kondisi insulasi. Lakukan pemeriksaan infrared untuk mendeteksi kemungkinan Corrosion Under Insulation (CUI) atau buka pada beberapa tempat untuk visual inspection.
- g. Jika terdapat indikasi kerusakan isolasi berupa hot spot dengan metal surface temperature  $< 100^{\circ}\text{C}$  perlu dicurigai sebagai daerah potensial serangan (CUI) akibat kondensasi air. Pada kasus ini insulasi panas jangan dipergunakan lagi karena kondisinya telah rusak dan tidak sesuai spesifikasi lagi
- h. Perhatikan daerah dan lingkungan kedudukan pipa. Intensifkan pemeriksaan pada daerah low point, blind flange, dibawah jembatan dan tempat yang terdapat genangan minyak dan/atau air yang memungkinkan terjadi *soil corrosion*
- i. Pertimbangkan kemungkinan fouling internal berdasarkan service misalnya untuk crude paraffinic. Perhitungkan peningkatan pressure sebagai indikasi penyempitan. Buktikan dengan *Radiography Test*.
- j. Lakukan pengukuran thickness (ketebalan) pipa dengan alat ukur thickness meter dan catat hasilnya untuk analisa berikutnya
- k. Temui operator dan catat kondisi operasinya (PT dan Flow)
- l. Catat penyimpangan yang terjadi dan diskusikan dengan pengawas operasi
- m. Pasang kembali insulasi pelindung panas, jika kondisinya rusak ganti dengan insulasi panas dengan spesifikasi yang sejenis
- n. Pasang aluminium cover insulasi, ikat dengan gasper band dan pastikan sambungan telah tertutup dengan heat silicon kedap air.

### Metode Pelaksanaan Off-Stream Inspection

Inspeksi teknik dengan metode Off-Stream Inspection dilaksanakan minimal atau setidaknya satu kali dalam 36 (tigapuluh enam) bulan pada kesempatan *stop plant dan turn around (T/A) Inspection*. Pemeriksaan *Off-Stream* ini dilakukan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. *Pre-Inspection*
  - 1) Lakukan pemeriksaan on-stream inspection secara lebih intensif.
  - 2) Lakukan diskusi dengan pihak operasi kondisi operasi *piping system* yang paling actual.
  - 3) Lakukan *review* kembali semua *inspection Report* dan status perbaikan yang telah dilaksanakan maupun yang belum dilaksanakan
  - 4) Siapkan daftar prioritas pemeriksaan berdasarkan hasil on-stream Inspection.
  - 5) Siapkan surat order pada kesempatan pertama pemasangan *scaffolding* & lampu penerangan
- b. Jika perpipaan ditutup dengan cover insulasi, bukalah cover aluminium dan insulasinya sehingga permukaan terlihat dan dapat dilakukan pemeriksaan dengan baik
- c. Bila kondisi perpipaan terbuka, cermati kondisi coating pelindung korosi dan permukaan pipa
- d. Lakukan pemeriksaan secara visual bagian internal bila memungkinkan dengan bantuan kaca inspeksi dan alat penerangan (senter)
- e. Jika pemeriksaan pada item (c) tidak bisa dilakukan maka pergunakan alat *endoscopy* untuk melihat bagian dalam perpipaan sehingga dapat menjangkau bagian *internal elbow*
- f. Perhatikan secara khusus pada lasan *nozzle*, *Tee Joint* dan *weldonet instrumental* yang diperkirakan mengalami vibrasi dan ada kemungkinan tergerus.
- g. Lakukan pemeriksaan terhadap kemungkinan jadi retak (*crack*) dengan metode Penetrant Test, MPI Test dan atau dengan *Defectometer* sesuai jenis material, jenis sambungan dan potensi kerusakan yang mungkin terjadi
- h. Periksa kondisi permukaan *gasket face* bila mungkin, pastikan dengan meraba dan menggunakan alat ukur
- i. Ambil sampel fluida, *scale* atau *fouling* untuk analisa korosi internal pipa bila diperlukan. Sampel ini penting untuk bahan analisis lebih lanjut dan untuk mengantisipasi agar permasalahan sejenis tidak terulang lagi
- j. Lakukan pengukuran *thickness* dan pemeriksaan *metallography* (bila perlu) dengan mengacu pada titik pemeriksaan yang lalu.
- k. Berdasarkan data infrared, lakukan pemeriksaan korosi dibawah permukaan pipa (*corrosion under insulation/ CUI*) dengan membuka beberapa lokasi Insulasi.
- l. Pengambilan sample pipe dengan memotong sebagian pipa dan mengganti dengan pipa baru pada potongan tersebut.
- m. Rekomendasikan perbaikan coating dan isolasi jika terdapat indikasi korosi dibawah insulasi (*corrosion under insulation/CUI*). Spesifikasi material coating adalah *silicon based heat resistance coating*
- n. Jika pada perpipaan terdapat pekerjaan sambungan dengan pengelasan maka harus dilakukan pengujian dengan *hydrostatic test*.
- o. Jika dilakukan *hydrostatic test* maka pressure agar mengacu pada LDT atau MAWP
- p. Selesai dilakukan inspeksi teknik agar segera diterbitkan rekomendasi tindak lanjut berupa tindakan perawatan atau perbaikan dan lakukan pemeriksaan setelah perbaikan dilakukan

- q. Bila telah dilakukan tindak lanjut atas rekomendasi, maka buatlah laporan inspeksi (*inspection report*) setelah semua pekerjaan selesai dilaksanakan. Isi *inspection report* mencakup spesifikasi perpipaan, bentuk, dimensi dan konfigurasi, temuan kerusakan, prediksi penyebab dan rekomendasi perbaikannya.
- r. Indikator dan ukuran keberhasilan pelaksanaan inspeksi teknik sistim perpipaan adalah telah dilakukan tindak lanjut atas rekomendasi berupa perbaikan yang dilakukan dan hasil perbaikan telah sesuai dengan rekomendasi dan perpipaan dapat dioperasikan, berfungsi dengan baik, aman dan handal.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inspeksi on-stream adalah inspeksi yang bersifat preventif maintenance (PM), dilakukan periodik secara terjadwal 6 (enam) bulan atau setahun sekali dan bertujuan untuk memperoleh data kondisi perpipaan dan fasilitas penunjangnya. Inspeksi on-stream ini terbatas pada yang dapat dilakukan secara visual seperti kerusakan, korosi, bocoran, kerusakan pipa pemanas dan kerusakan pada insulasi pemanas.



Gambar 1. Korosi pipa dibawah insulasi (CUI)

Hasil inspeksi pada gambar. 1 menunjukkan temuan korosi dibawah insulasi (*corrosion under heat insulation/ CUI*) yang mengakibatkan permukaan permukaan pipa mengalami penipisan. Namun kondisi korosi masih dalam batas aman. Rekomendasi terhadap temuan ini adalah bersihkan korosi dengan mechanical tools, lakukan coating dengan spesifikasi coating silicon based heat resistance dengan tebal minimal 50 micron DFT, ganti insulasi dengan spesifikasi mineral rockwool tebal 50 mm, pasang aluminium cover, pasang gasper band pengikatnya dan tutup dengan material *silicon heat resistance*.



Gambar 2. Bocoran pipa akibat korosi

Hasil inspeksi pada gambar. 2 menunjukkan temuan kebocoran pada sisi luar elbow pada arah jam 3. Permukaan pipa mengalami penipisan akibat terkorosi dibawah insulasi (*corrosion under heat insulation/CUI*). Korosi dibawah insulasi diprediksi telah terjadi sejak lama namun tidak dilakukan pemeriksaan terhadap komponen pipa tersebut. Akibat kebocoran ini maka pipa tidak layak dioperasikan dan untuk perbaikan harus dilakukan dengan mengentikan operasi pipa, jika tidak maka perbaikan tidak bisa dilakukan. Rekomendasi terhadap temuan ini adalah siapkan elbow pipa dengan spesifikasi, bentuk dan dimensi yang sejenis dengan elbow eksisting, siapkan alat potong alat-alat pengelasan, setelah kondisi pipa kosong dan diamankan segera potong pipa, ganti komponen elbow yang terkorosi dan sambung dengan pengelasan, lakukan *hydrostatic test* dengan tekanan 150% tekanan kerja operasi, buang air dan amankan, coating eksternal pipa dengan spesifikasi *silicon based heat resistance* dengan tebal 50 micron DFT, pasang insulasi mineral rockwool tebal 50 mm, pasang aluminium cover, pasang gasper band pengikatnya dan tutup dengan material *silicon heat resistance*.

Inspeksi teknik pada kondisi off-stream adalah pemeriksaan perpipaan yang dilakukan pada kondisi unit tidak beroperasi dan perpipaan tidak digunakan. Pemeriksaan ini dilakukan dengan alat-alat uji (*Non destructive Test*) dan alat-alat ukur yang tujuannya untuk mengetahui kondisi internal terpipaan, tebal pipa dan penipisan akibat terkorosi.



Gambar 3. Thickness Test



Gambar 4. PhasedArray Ultrasonic Test



Gambar 5. Liquid Penetrant Test

Inspeksi teknik dengan metode off-stream hanya bisa dilakukan pada saat perpipaan dihentikan dari operasinya atau pada kondisi turn around (TA). Inspeksi teknik dilakukan sebagai tindak lanjut *on-stream inspection (preventif maintenance)* berupa perbaikan komponen atau penggantian pipa dengan spesifikasi, dimensi, bentuk dan konfigurasi menyesuaikan kondisi eksisting.

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil-hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. On-stream inspection penting dilakukan untuk mengetahui kerusakan, kondisi korosi dan kerusakan fasilitas penunjang perpipaan seperti kondisi *pipe shoe*, *pipe support* dan insulasi pelindung panas. Off-stream inspection bersifat pemeriksaan pengujian terhadap material pipa.
2. Inspeksi perpipaan dilakukan dengan metode on-stream inspection pada saat perpipaan dioperasikan dengan metode *visual inspection* dan metode off-stream pada saat perpipaan dihentikan dari operasinya pada kesempatan turn around (TA) dengan metode pengujian, *non destructive test* (uji tidak merusak) dan *destructive test* (uji merusak).

#### V. SARAN

Dari temuan permasalahan dan hasil penelitian disampaikan saran perbaikan sebagai berikut.

1. *On-stream inspection* dilakukan secara terjadwal sebagai kegiatan condition monitoring dan *preventive maintenance*
2. Metode kerja on-stream inspection dan off-stream inspection dari hasil penelitian ini telah direplikasi sebagai pedoman dan metode kerja baku di Pertamina.

#### DAFTAR PUSTAKA

##### Peraturan, Regulasi, Standard & Code :

- [1] Peraturan Pemerintah (PP) No. 11 Tahun 1979, 1979, "Pengolahan dan Pemurnian Minyak Bumi"
- [2] Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 300.K/38/M.PE/1997, 1997, "Keselamatan Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi".

- [3] API 570, 2003, "Piping Inspection Code, In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alternation of Piping System", 4<sup>th</sup> Edition, American Petroleum Institute
- [4] API RP 574, 2005, "Inspection Practices for Piping System Components", American Petroleum Institute
- [3] Mohinder L. Nayyar, P.E, 2000, Piping Codes and Standards, Piping Handbook, Chapter A4, 7<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill Handbook
- [4] Robert B. Adam, Thomas J. Bowling, 2003, Pressure and Leak Testing Piping Systems, Piping Handbook, Chapter 215, 7<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill Handbook

**Buku Referensi :**

- [1] Kenneth R. Collier, Kathleen Posteraro, 2000, Thermal Insulation of Piping, Piping Handbook, Chapter B7, 7<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill Handbook
- [2] Lorenzo Di Giacomo, 1976, Piping Supports, Piping Handbook, Chapter 215, 7<sup>th</sup> Edition, Mc Graw Hill Handbook
- [5] Sulardi, 2019, "Peralatan Industri Migas", Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kab. Cirebon, Jawa Barat
- [6] TKI No: C-010 /E15142/2015-S9, Rev.1, 2015, "Pemeriksaan Piping System", PT. Pertamina RU V, Balikpapan