



Analisa Kegagalan Kebocoran Pipa 8 Inchi pada Instalasi Pipa Pengolahan Gas Alam

Beny Bandanadjaja dan Moch. Achyarsyah
Jurusan Teknik Pengecoran Logam Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Kanayakan 21 Dago Bandung 40135
Email: benybj@yahoo.com

Abstrak

Sebuah perusahaan pengolahan gas alam mengalami masalah berupa kebocoran pada instalasi pipanya. Kebocoran terjadi pada pipa berukuran 8 inci dan posisi kebocoran pada jam 7-8. Diameter kebocoran sebesar 1 cm. Pipa tersebut merupakan pipa yang hanya digunakan sesekali dan sebagian besar berada dalam kondisi buntu atau dead end. Pipa tersebut berisi cairan yang berasal dari tangki kondensasi. Kebocoran pipa tersebut telah diteliti oleh pihak perusahaan dan hasilnya masih belum memuaskan dan perlu penyelidikan lebih lanjut. Tujuan penyelidikan lebih lanjut difokuskan pada penyelesaian pada akar permasalahan yang terjadi. Metode yang digunakan dengan cara melakukan observasi dan pengamatan makro pada bagian yang rusak juga bagian lain yang relevan. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian mekanik, struktur mikro, komposisi material dan cairannya. Pengujian XRD juga dilakukan untuk mengetahui jenis masa atau material yang ada disekitar lubang kerusakan. Semua data diintegrasikan untuk mencari korelasi dan keterkaitan sebab-akibat sehingga berujung pada permasalahan kebocoran pipa. Hasil penyelidikan yang diperoleh disimpulkan bahwa pipa telah rusak dan bocor akibat proses korosi. Proses korosi yang terjadi berupa under deposit pitting corrosion akibat penumpukan material endapan dari cairan yang berhenti mengalir. Didukung oleh data sifat dan jenis material pipa merupakan jenis baja karbon rendah yang ketahanan terhadap korosinya relatif rendah. Rekomendasinya yaitu pipa harus selalu di bersihkan dengan cara membuang semua sisa cairan secara berkala agar tidak terjadi pengendapan sehingga proses korosi dapat dihindari. Selain itu untuk mendeteksi potensi kebocoran lanjutan pada jalur pipa tersebut perlu dilakukan 100 % UT Scanning pada daerah jam 4-8. Apabila terjadi penipisan yang parah maka pipa harus diganti agar terhindar dari kebocoran yang tidak terkendali.

Kata kunci: Analisa kegagalan, Pipa, Bocor, Korosi, Under deposit pitting

PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan pengolah gas alam dan minyak bumi mengalami masalah kebocoran pipa pada salah satu instalasi pipanya. Ukuran pipa sebesar 8 inchi dan jalur pipa tersebut tidak digunakan secara terus-menerus, lebih sering dalam keadaan stagnan atau dead end. Posisi kebocoran berada pada jam 7 sampai jam 8. Ukuran lubang berdiameter sebesar 1 cm. Pihak perusahaan telah menyelidiki penyebab kebocoran namun belum mendapatkan hasil yang memuaskan. Penyelidikan dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mendapatkan akar permasalahan dari kebocoran pipa tersebut.

Fokus penyelidikan penyebab kebocoran pipa dilakukan pada daerah pipa yang bocor dan area di sekitarnya. Tujuan dari penyelidikan adalah menemukan akar permasalahan dari kebocoran pipa tersebut dan memberikan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut agar tidak terjadi lagi di kemudian hari.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan pengujian dan pemeriksaan pada pipa dan cairan yang ada di dalam pipa tersebut. Pengujian dan pemeriksaan yang dilakukan pada pipa adalah:

- Pengamatan makro
- Pemeriksaan metalografi
- Pengujian spektrometri
- Analisis XRD
- Uji kekerasan
- Uji tarik
- Pemeriksaan komposisi cairan dalam pipa

Dari data hasil pengujian dan pemeriksaan dilakukan analisis keterkaitan satu data dengan yang lainnya. Dengan demikian diperoleh informasi sebab akibat yang pada akhirnya

bermuara pada kesimpulan penyebab pipa bocor.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Posisi Lubang dan Kerusakan

Pengamatan dilakukan pada pipa untuk mengetahui posisi bocor dan kerusakan yang terjadi. Pada Gambar 1. dapat dilihat bahwa posisi lubang dan kerusakan berbentuk kawah kecil terjadi pada daerah bawah antara jam 4 sampai dengan jam 8.



Gambar 2. Morfologi Kerusakan

Pada pengamatan menggunakan mikroskop stereo diperoleh bahwa morfologi kerusakan berbentuk kawah. Pada daerah kerusakan ditemui perubahan warna menjadi kemerahan. Morfologi tersebut terjadi karena suatu proses erosi yang bertahap. Model kerusakan seperti ini dapat dipastikan berasal dari proses korosi. Tidak ada penyebab yang lebih mungkin untuk bentuk kerusakan yang seperti itu. Ditambah dengan adanya warna

kemerahan yang merupakan ciri khas dari produk korosi.



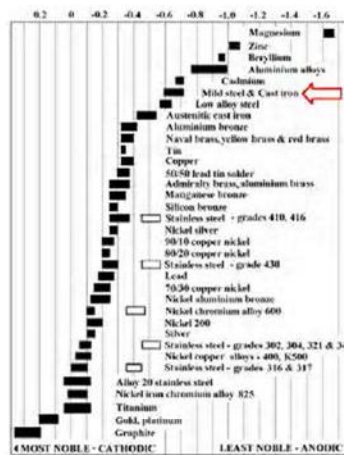
Gambar 3. Struktur Mikro Bahan Pipa

Struktur mikro bahan pipa terdiri dari ferit dan perlit. Struktur ini merupakan jenis struktur bahan baja karbon rendah. Keberadaan dua struktur yang berbeda akan memungkinkan untuk menghasilkan pasangan galvanik pada skala mikro. Sehingga apabila kondisi lingkungan korosif maka bahan dengan struktur seperti ini akan mudah sekali terkorosi.

Tabel 1. Komposisi Kimia Bahan Pipa

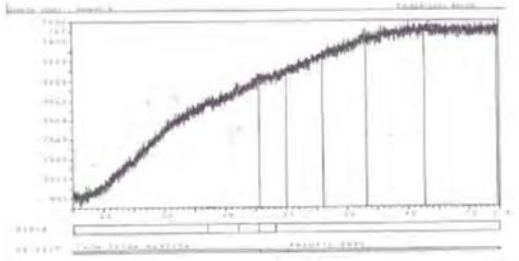
C	Si	S	P	Mn	Ni	Cr	Mo
0.13375	0.22609	0.00167	0.01368	1.13073	0.03561	0.03548	0.02792
N	Cu	W	Ti	Sn	Al	Fe	
0.00124	0.05841	0.00247	0.00292	0.00778	0.02123	rest	

Komposisi kimia bahan pipa setara dengan baja karbon rendah tanpa paduan. Bahan ini termasuk kategori bahan baja tidak tahan karat.



Gambar 4. Deret Galvanik Bahan Logam

Gambar 4. Menunjukkan deret galvanik untuk bahan logam. Semakin ke kanan maka sifat bahan semakin anodik yaitu semakin mudah terkorosi. Baja karbon rendah atau mild steel termasuk baja yang berada pada posisi kanan di deret galvanik tersebut. Baja karbon rendah bersifat lebih anodik dan mudah terkorosi.



Gambar 5. Hasil Pemeriksaan XRD untuk Produk Korosi

Untuk memastikan proses yang terjadi adalah proses korosi maka dilakukan pemeriksaan produk korosi pada daerah sekitar lubang dan kerusakan. Sampel yang diambil berupa serbuk yang diduga merupakan produk korosi. Sampel di uji XRD untuk mengetahui jenis senyawa serbuk tersebut. Gambar 5. menunjukkan hasil pengujian XRD dan diperoleh data bahwa serbuk tersebut adalah Fe_2O_3 . Fe_2O_3 merupakan hasil reaksi korosi.

Cairan yang ada di dalam pipa diperiksa komposisinya. Hasil pemeriksaan cairan diperoleh data sebagai berikut:

- Total Sulphur = 0.41%
- BSW (Basis Sediment and Water) = 0.2% (solid)
- RVP (Rate Vapor Pressure) = 3.6 psi
- API = 30
- Tarnish Test = Copper Corrosion 1a (not significant corrosive)
- Fe content test = 23 ppm
- Bacteria colony test = < 10 SRB/ml (insignificant)

Dari hasil pemeriksaan cairan diperoleh bahwa cairan mengandung sulfur dan mengandung sedimen. Hal ini menunjukkan bahwa cairan bersifat elektrolit dan berpotensi untuk menghasilkan lingkungan korosif.

Berdasarkan data penyelidikan dan pemeriksaan melalui pengujian diperoleh fakta-fakta sebagai berikut:

- Kondisi cairan dalam pipa berada pada posisi diam atau tidak mengalir. Cairan juga mengandung sedimen berdasarkan data pengujian komposisi cairan
- Posisi lubang berada pada jam 7-8. Posisi kerusakan lainnya hanya terjadi pada bagian bawah pipa yang tersebar pada area antara jam 4 sampai jam 8. Sementara bagian atas pipa sama sekali tidak mengalami proses kerusakan.
- Material pipa tidak memiliki ketahanan korosi yang baik. Material pipa merupakan

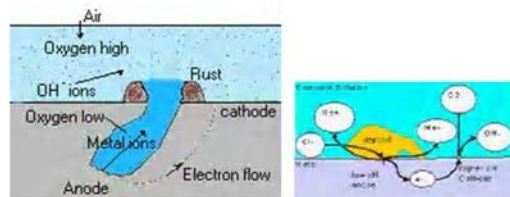
jenis baja karbon yang mana pada deret galvanik posisi baja karbon bersifat lebih anodik, yang artinya mudah terkorosi bila berada dalam lingkungan korosif.

- Lingkungan cairan dalam pipa memiliki potensi untuk menghasilkan lingkungan korosif. Keberadaan kandungan sulfur meningkatkan tingkat korosif cairan.
- Morfologi kerusakan menunjukkan bentukan hasil erosi karena proses korosi.
- Produk serbuk disekitar kerusakan terdeteksi sebagai senyawa Fe_2O_3 . Senyawa tersebut merupakan ciri khas hasil proses korosi pada besi.

Proses terjadinya korosi dapat dianalisis sebagai berikut:

Kerusakan yang terjadi diperkirakan besar kemungkinannya karena proses korosi. Hal ini terkait dengan kondisi lingkungannya yaitu cairan yang ada di dalamnya berada pada kondisi diam atau tidak mengalir. Kondisi tersebut berakibat terjadinya pengendapan deposit atau mineral yang terkandung dalam air ke bagian bawah pipa. Deposit tersebut akan terakumulasi pada daerah sekitar bawah pipa pada jam 4 sampai jam 8. Hal tersebut yang memicu terjadinya proses korosi yang disebut sebagai under deposit corrosion. Modus korosi yang terjadi adalah pitting, oleh karenanya peristiwa korosi tersebut dinamakan under deposit pitting corrosion.

Kejadian korosi tipe ini terjadi pada daerah yang memiliki akumulasi deposit dengan lingkungan terendam cairan elektrolit. Kondisi menumpuknya deposit akan membuat konsentrasi oksigen yang berbeda pada daerah di bawah deposit dan daerah di luar deposit. Dengan demikian pada daerah bawah deposit menjadi anoda dan daerah di luar deposit menjadi katoda. Dengan kondisi tersebut akan menghasilkan aliran elektron dari anoda ke katoda dan pengikisan bahan besi karena terlepasnya ion-ion logam ke cairan. Gambar 6. Menunjukkan skema terjadinya proses under deposit pitting corrosion.



Gambar 6. Skema Proses Under Deposit Corrosion



KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan dan pengujian yang telah dilakukan hasilnya menunjukkan fakta bahwa kerusakan yang terjadi akibat proses korosi. Proses korosi tersebut dinamakan under deposit pitting corrosion.

Rekomendasi untuk mengatasi masalah tersebut adalah sebagai berikut:

- Lakukan 100 % UT scanning pada daerah jam 4 sampai jam 8 pada jalur pipa yang mengalami kerusakan untuk mengetahui tingkat penipisan pipa pada bagian lain. Bila ditemukan penipisan yang sudah parah maka perlu dilakukan penggantian pipa sebelum terjadinya kebocoran. Bahan pipa dapat menggunakan baja karbon seperti yang telah sebelumnya digunakan dengan syarat dilakukan hal-hal dibawah ini:
- Saat selesai penggunaan pipa dan pipa akan dibiarkan dalam kondisi stagnan maka bersihkan endapan yang ada pada pipa dengan cara mengalirkan pipa dan membuang

sisanya cairan yang ada di dalam pipa. Dengan demikian endapan-endapan yang ada akan ikut mengalir keluar dan terbuang.

- Jangan biarkan cairan dalam pipa yang tidak digunakan berada dalam kondisi stagnan atau diam, lebih baik pipa di kosongkan bila tidak digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Metals Handbook, Vol. 1, Properties and Selection Irons, Steels, and High-Performance Alloys. 2005
- ASM Metals Handbook, Vol. 13, Corrosion. 2005
- William F. Smith, "Principle of Materials Science and Engineering" International Edition, Third Edition, 1996.
- Zhu, Zhenjin, W, Keith and Teevans, Patrick J. , "A Numerical Study of Under-Deposit Pitting Corrosion in Sour Petroleum Pipelines", NACE International, 2010