

INSPEKSI TEKNIK INSTALASI FLARE STACK INDUSTRI MIGAS DAN LANJUTNYA

Sulardi

Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas
Transad KM.08 No.76 RT.08 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, 76126, Indonesia
E-mail: sulardikm61@yahoo.com

ABSTRACT

Flare stack is a fire tower installation to burn off-specification gas that is not processed perfectly in the oil and gas processing or or in the petrochemical process. The purpose of this study is to provide a technical description of the condition of the flare stack installation in the refinery industry after being used for 40 years. The research method used is a technical inspection method with limited testing and inspection with a case study approach to problems in the flare stack installation. The results show that the building under the flare stack installation has experienced material degradation in the form of carbonation of the concrete structure to a depth of 5.5 millimeters and causes the concrete to become brittle. The results of the study recommend that it is necessary to immediately relocate and replace the existing flare installation because its estimated life span is 2 years. The results also recommend that the location that is considered suitable and suitable for flare stack installation is in the Balikpapan Bay area in the form of an offshore flare platform.

Keywords: flare stack, off specification gas.

ABSTRAK

Flare stack adalah instalasi menara api untuk membakar offspecification gas yang tidak terproses dengan sempurna pada proses pengolahan Migas atau atau pada proses petrochemical. Tujuan penelitian ini untuk memberikan gambaran secara teknis kondisi instalasi flare stack terpasang dilingkungan industri refinery setelah digunakan selama 40 tahun. Metode penelitian yang digunakan adalah metode inspeksi teknik dengan pengujian dan pemeriksaan secara terbatas dengan pendekatan studi kasus permasalahan pada instalasi flare stack. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangunan bawah instalasi flare stack telah mengalami degradasi material berupa karbonasi struktur beton hingga mencapai kedalaman 5,5 milimeter dan mengakibatkan beton menjadi rapuh. Hasil penelitian merekomendasikan perlu segera dilakukan relokasi dan penggantian instalasi flare eksisting karena usia pakai diperkirakan tinggal 2 tahun mendatang. Hasil penelitian juga merekomendasikan bahwa lokasi yang dipandang cocok dan sesuai untuk instalasi flare stack adalah di kawasan Teluk Balikpapan berupa offshore flare platform.

Kata kunci: menara api, offspecification gas.

PENDAHULUAN

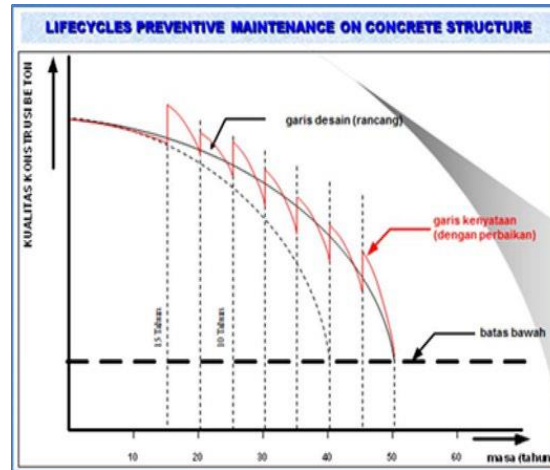
Menara bakar (flare stack) adalah salah satu fasilitas penting untuk menunjang operasional kilang (refinery) dengan fungsi utama adalah membakar offspecification gas (Off gas) dari proses pengolahan di kilang yang tidak dapat terproses dengan baik sehingga pada dilepaskan ke lingkungan udara tidak mencemari lingkungan udara [Sulardi, 2017]. Hal ini sejalan dengan

regulasi PP.No.11 Tahun 1973 Bab 21 Pasal 39 ayat (2) dilarang membuang gas beracun dan bahan beracun ke udara (3) Pembuangan gas dan bahan lainnya ke udara melalui cerobong pembakaran tidak boleh mengandung bahan-bahan tertentu melebihi jumlah kadar yang ditentukan, dan (4) gas yang mudah terbakar dan tidak terpakai lagi apabila dibuang ke udara harus dinetralkan dengan cara dibakar. Dengan kata lain flare stack adalah peralatan penting didalam dalam proses konservasi lingkungan. Menyalanya menara bakar diarea kilang ini menunjukkan bahwa instalasi kilang dalam keadaan beroperasi, bila nyala menara api kecil dan warna biru menunjukkan bahwa operasi kilang dalam kondisi normal operasi (Sulardi, 2019) dan tenang, sedang bila nyala menara api tiba-tiba besar menunjukkan bahwa kondisi operasi kilang sedang ada permasalahan atau penyesuaian kondisi proses. Jika peralatan flare stack terganggu, rusakmaka dan tidak bisa dioperasikan maka kilang tidak memiliki indicator kontrol untuk kualitas gas buangnya, oleh karena karena itu maka sistim flare stack kilang dibuat secara integrated sehingga dapat dioperasi melalui banyak jalur alternative. Sedangkan apabila kondisi sangat mendesak maka untuk sementara kilang harus dihentikan dengan resiko merupakan isu nasional yaitu akan terjadi kelangkaan ketersediaan pasokan bahan bakar (Sulardi, 2019).

Permasalahan yang dihadapi dalam pengoperasian instalasi flare stack adalah usia pakai peralatan flare stack yang dioperasi oleh Pertamina RU V pada saat ini adalah peralatan flare stack telah berusia > 40 tahun (Sulardi, 2017, 2018, 2019) dan dioperasikan secara terus menerus dengan mengalami penghentian operasi dalam 10-15 tahun sekali. Pemadaman terhadap instalasi flare stack hanya dilakukan bila seluruh unit operasi kilang dalam keadaan stop (totally black out), jika masih ada unit yang beroperasi maka instalasi flare stack tidak bisa distop. Demikian halnya yang terjadi pada kondisi stop kilang tahun ini (2020), stop kilang hanya dilakukan secara partial sehingga tidak bisa dilakukan inspeksi teknik secara menyeluruh terhadap instalasi flare stack terpasang. Kegiatan inspeksi teknik hanya bisa dilakukan secara visual saja dan secara parsial saja. Referensi pemeriksaan merujuk pada hasil pemeriksaan pada tahun 2007 pada saat dilakukan pemeriksaan menyeluruh dan penggantian beberapa kondisi flare stack. Pada saat totally black out tersebut dilakukan penggantian terhadap komponen guy wire yang terpapar nyala flare, perbaikan pondasi flare stack, perkuatan Tee joint riser stack dan reposisi transfer line yang bergeser dari posisinya (Sulardi, 2017), Rekomendasi hasil perbaikan pada tahun 2007 memberikan catatan bahwa usia pakai flare stack dapat digunakan sampai dengan akhir tahun 2017 atau 10 tahun setelah selesai masa perbaikan.

Data historikal sebelumnya, pada tahun 2019 dilakukan minor stop terhadap beberapa instalasi kilang yang mengalami gangguan pada peralatan proses utama. Pada kesempatan minor stop (fit stop) ini dilakukan pemeriksaan terhadap sistim pondasi riser stack, sistim anchor guy

wire, tee joint riser stack and transfer line, posisi transfer line, instalasi pipa suplai atomizing steam, stim suplai pilot gas, dan sistem auto ignitor pilot gas. Inspeksi teknik ini penting untuk dilakukan guna memberikan gambaran tentang gambaran teknik sisa umur teknik flare stack (gambar.1).



Gambar 1. Lifecycles equipment dengan perawatan (Sulardi, 2017)

Dengan gambaran permasalahan diatas dan fungsi penting instalasi flare stack menunjang operasional kilang maka penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan. Dengan penelitian ini akan dapat diketahui seberapa umur sisa dan kapasitas teknik instalasi flare stack aman untuk dioperasikan, Jika tidak dilakukan inspeksi teknik maka tidak akan bisa diketahui pada titik-titik atau lokasi-lokasi kritis bagian mana saja instalasi tersebut menyimpan potensi bahaya yang setiap saat dapat membahayakan instalasi.

Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah:

- a. Memberikan gambaran secara teknis kondisi instalasi flare stack terpasang
- b. Memberikan gambaran rekomendasi perbaikan atas temuan-temuan hasil inspeksi teknik.

Fokus pada penelitian ini adalah partial inspeksi teknik, tidak melakukan kegiatan inspeksi teknik secara mendetail terhadap instalasi flare stack terpasang termasuk komponen-komponennya sebagai berikut:

- a. Inspeksi teknik dilakukan terhadap komponen equipment flare stack yang dianggap kritis, diantaranya base plate foundation, schakle clip, tee joint, dan guy wire anchored system
- b. Batasan lain terkait regulasi instalasi flare stack didasarkan kepada standar API 521.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di area kerja PT. Pertamina RU V Balikpapan dalam rangka menunjang kesiapan operasi (*readiness*) dan kehandalan operasi (refinery *reliability performance*) peralatan operasi kilang mendukung program nasional penyediaan bahan bakar

minyak (BBM) di Indonesia. Metode penelitian yang digunakan adalah metode inspeksi teknik yaitu dengan metode pengujian.

Metode Pengamatan Visual

Pegamatan visual bertujuan untuk mengetahui kondisi visual bangunan. Metoda pemeriksaan secara visual dilakukan pada lokasi-lokasi yang telah ditentukan atau pada lokasi-lokasi kritis yang terindikasi mengalami kerusakan fisik yang dapat terlihat jelas untuk diamati. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menginventarisasi segmen-segmen kerusakan fisik yang terjadi pada elemen struktur yang disertai pengambilan dokumentasi, sehingga diharapkan semua data-data tersebut dapat tercatat dengan baik. Hal ini untuk mendukung dilakukan pemeriksaan lanjutan bilamana diperlukan ataupun sebagai basis data untuk pekerjaan perbaikan yang akan dilakukan.

Uji Kuat Tekan Beton Inti

Tujuan pengujian kuat beton inti adalah untuk mengetahui kondisi beton inti yaitu kondisi internal beton eksisting. Prinsip metoda pengujian beton inti (core-drilled) dilaksanakan menurut standar BS 1881, "Concrete Testing fir Strength" dan Standar Nasional Indonesia (SNI 03-24922002, Metode pengambilan dan pengujian beton inti dan SNI 03-6898-2002, Tata cara pelaksanaan pengambilan sampel dan pengujian kuat tekan beton inti. Tujuan pengujian core-drilled adalah menentukan kuat tekan beton sebenarnya (actual strength) dengan cara melakukan pengujian kuat tekan di laboratorium terhadap sampel yang diambil di lapangan. Pengambilan contoh spesimen benda uji dilakukan dengan cara coring, yaitu mengambil benda uji beton dari bagian struktur dengan ukuran diameter 7,5 cm menggunakan mesin bor khusus.

Uji Kekerasan Permukaan Beton (Hammer Test)

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui kekerasan permukaan beton dipermukaan dapat dilakukan dengan alat uji palu beton (Hammer test) sesuai dengan standar ASTM C805-2. Metode uji ini diterapkan untuk menilai dan menguji keseragaman beton yang terpasang di lapangan, memberikan gambaran zona struktur beton yang memiliki kualitas buruk atau mengalami degradasi serta dan untuk mengestimasi pertumbuhan kuat tekan di lapangan. Metode uji hammer test ini tidak dimaksudkan sebagai dasar untuk penerimaan atau penolakan mutu beton, karena adanya ketidak pastian dalam estimasi kekuatan tekan beton. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pengujian hammer test adalah elemen struktur beton yang akandiuji harus memiliki ketebalan minimal 100 mm dan terkoneksi erat dengan struktur bangunan dan area uji berdiameter 150 mm. Hasil uji dengan menggunakan alat Hammer Test tergantung kepada rata dan tidaknya permukaan, basah keringnya bidang uji dan sudut inklinasi 0° , -90° ; $+90^{\circ}$ dan sudut 45° .

Uji Kuat Tarik Beton Inti

Uji tarik atau uji lekat beton hasil perbaikan dilakukan dengan sampel uji kuat lekat beton lama dengan beton baru diambil menggunakan mesin *core drill*. Sampel silinder beton yang berdiameter ± 7 cm ini diambil melewati batas beton baru dan lama. Sampel kemudian ipotong/diratakan dan pada kedua sisinya direkatkan pegangan besi. Kemudian pegangan ini yang akan dikaitkan pada mesin penarik. Menurut Peraturan Beton Indonesia, kuat lekat yang disyaratkan: $f_y = 0,36 \sqrt{f_c}$

Uji Kualitas dengan Ultrasonik (UPVT)

Tujuan pengujian adalah untuk memperoleh gambaran kualitas beton mulai dari permukaan hingga didalam inti beton. Prinsip kerja pengujian ultrasonik adalah metode ASTM C597-83 dan BS 1881: Part 203: 1986 dengan mengubah energi gelombang listrik yang dibangkitkan oleh pembangkit pulsa transducer pengirim (T) menjadi energi gelombang mekanik yang selanjutnya merambat pada beton. Setelah sampai pada *probe receiver* (R) energi gelombang tadi diubah kembali menjadi energi gelombang listrik yang selanjutnya melewati penguat dan dihitung dan ditampilkan waktu tempuh tersebut dalam pencacah digital. Pengukuran kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada beton dinyatakan persamaan ; $V = L/T$. Dimana, V adalah kecepatan rambat gelombang ultrasonik (km/sec); L adalah jarak tempuh (mm) dan T adalah waktu tempuh gelombang ultrasonik (μ sec). nilai kuat lekat yang disyaratkan adalah $f_y = 6,03 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 1. Kualitas beton berdasarkan Uji UPVT

| Kecepatan rambat gelombang ultrasonik (UPV) (km/sec) | Kualitas Beton |
|--|----------------|
| > 4.5 | Sangat baik |
| 3.5 – 4.5 | Baik |
| 3.0 – 3.5 | Cukup Baik |
| 2.0 - 3.0 | Buruk |
| < 2.0 | Sangat Buruk |

Sumber: Sulardi (2017)

Uji Karbonasi

Metoda pengujian karbonasi bertujuan untuk mengetahui tingkat kedalaman karbonasi beton terpasang. Uji karbonasi untuk menentukan indikasi bahwa beton telah terkarbonasi dengan larutan Phenophthalein ($C_{20}H_{14}O$) sebagai indicator. Pengaruh karbonasi pada beton dapat diketahui dengan cara menyemprotkan larutan phenophthalein pada hasil *core drill*. Pengaruh phenophthalein pada beton adalah jika larutan phenophthalein pada beton berwarna merah, apabila inti pH beton > 8 maka beton bersifat basa) dan beton belum terkarbonasi. Sedangkan jika larutan phenophthalein pada beton tidak berwarna maka pH inti beton < 8 maka beton bersifat asam dan beton telah dalam kondisi terkarbonasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil inspeksi teknik visual terhadap komponen pondasi riser flare stack, guy wire anchored foundation dan pipe transfer line foundation menunjukkan kondisi beton masih terlihat baik, hanya saja di beberapa bagian telah terindikasi crack, terlaminsi, dan mengalami perubahan warna.

Hasil Uji Kuat Tekan Beton Inti

Hasil uji kuat tekan inti beton hasil cor drilled menunjukkan, kuat tekan beton inti pada 350, 348, 352, 348, 355 dan 345 Kg/Cm², dengan kuat tekan rata-rata. 352 Kg/Cm², dalam batas aman.

Hasil Uji Hammer Test

Hasil uji kuat tekan beton dipermukaan dengan metode hammer test yang diambil pada lokasi-lokasi yang terpilih dengan lokasi disekitar pengambilan sampel core drilled menunjukkan kuat tekan beton dipermukaan 320, 318, 310, 305, 312 dan 308 Kg/Cm², dengan rata-rata. 308 Kg/Cm².

Hasil Uji Kepadatan Beton

Hasil uji kualitas beton pondasi flare stack, guy wired anchor deadman foundation, dan transfer line pipe support menunjukkan tingkat kepadatan beton rata-rata yang cukup tinggi pada semua pada elemen struktur beton. Hasil uji kualitas beton dengan metode UPVT menunjukkan angka 4.40 – 4.60 km/ second yang mengindikasikan kondisi beton terpasang masing dalam kondisi baik.

Hasil Uji Karbonasi

Karbonasi dari beton merupakan hasil dari reaksi oksida kalsium dan penyimpangan dari pasta semen dengan udara yang mengandung karbon dioksida untuk membentuk kalsium karbonat yang mana akan mengurangi pH inti beton. Hal ini akan memicu beton secara kondusif untuk mengalami kerusakan. Kedalaman karbonasi material beton pondasi riser stack, guy wire anchored foundation dan pipa transfer line telah mencapai 32-55 milimeter dari permukaan selimut beton

Hasil inspeksi teknik yang lain

Terhadap fasilitas pipa transfer line, riser stack, tee joint riser stack dan pipe transfer line, shackle joint, padeyes, guy wire, clamping dan saddle support hanya dilakukan secara visual. Secara umum kondisi saddle support stabil pada posisinya, guy wire dengan sudut catenary batas aman, padeyes terkorosi ringan, clamping terkorosi ringan, shackle joint terkorosi ringan, tee joint dan baut-baut pengikat base plate mulai terkorosi.



Gambar 2. Korosi pada baut-baut pengikat base plare riser stack (data, 2020)

Terhadap hasil temuan inspeksi teknik ini telah diterbitkan rekomendasi sebagai berikut:

- a. Terhadap baut-baut angker pengikat base plate agar dilakukan pelapisan coating (pengecatan) dengan terlebih membersihkan karat dengan power tool, kemudian coating dengan tebal min. 300 micron DFT berbahan dasar coating mastic tolerance
- b. Terhadap korosi pada tee joint dan jacket plate, agar dilakukan pembersihan karat dengan power tool dan coating dengan tebal min. 300 micron DFT berbahan mastic tolerance
- c. Terhadap guy wires, padeyes, sackle clip dan clamp yang telah mulai terkorosi agar dipreparasi dengan power tools dan dilakukan pelapisan regreasing dengan tebal min. 2 mm berbahan dasar heavy duty grease
- d. Terhadap struktur beton terpasang yang telah terkarbonasi 32-55 mm dalam 3 tahun terakhir, agar disiapkan lokasi pengganti instalasi flare stack, karena dengan kondisi lingkungan tanah yang asam ekstrim memungkinkan struktur beton bawah tanah mengalami pengeroposan lebih dari yang direndakan.

Instalasi flare stack dilingkungan industri pengolahan Migas (refinery) memiliki peran penting sebagai pressure relieving dan depressuring system (API 521, 2014) yang akan mengamankan instalasi refinery terhadap bahaya ledakan dan kebakaran. Instalasi flare stack juga merupakan peralatan penting dan persyaratan yang mutlak harus ada pada industri petrochemical dan petroleum industry (UOP, 2014). Secara regulasi nasional keberadaan instalasi flare stack juga dipoersyaratkan harus ada pada fasilitas pemurnian dan pengolahan Migas (PP No.11 Tahun 1979). Instalasi flare stack juga memiliki peran yang sangat tidak kalah pentingnya yaitu sebagai kontrol konservasi lingkungan, yakni memastikan ofspesification gas yang dibuang ke lingkungan udara telah terbakar dengan sempurna pada instalasi flare stack (Sulardi, 2017).

Instalasi flare stack terdiri dari komponen bawah tanah berupa (foundation structure) yang berfungsi mendukung struktur bangunan flare stack di atasnya yang terdiri dari riser stack, liquid transfer line (Sulardi, 2017) dan fasilitas lainnya.

KESIMPULAN

- a. Dari kegiatan inspeksi teknik atas instalasi flare stack di PT. Pertamina Pertamina RU V Balikpapan, diketahui bahwa kondisi bangunan pondasi beton riser stack, guy wire anchor dan pipe support transfer lain kondisi beton telah terkarbonasi 32-55 mm dan telah berlanjut pada terjadinya korosi tulangan beton. Demikian pula beberapa komponen mekanikal flare stack juga mengalami korosi, diprediksi sisa usia pakai teknik flare stack adalah 2 tahun
- b. Komponen bangunan bawah dan material baja yang terkorosi dapat diperlambat laju korosinya dengan preparasi power tools dan recoating dengan spesifikasi material mastic tolerance dengan tebal min. 300 DFT. Komponen guy wire, shackle dan padeyes dapat diproteksi dengan melapis dengan heavy duty grease.

SARAN-SARAN

- a. Komponen bangunan bawah dan bangunan atas flare stack kilang Balikpapan II tidak dapat lagi dipertahankan dan diperlukan rekolasi ke lokasi yang paling aman dan tidak menyimpan potensi bahaya terhadap lingkungan sekitarnya
- b. Disain instalasi flare stack pengganti instalasi flare stack eksisting disarankan dibangun di atas laut pantai Teluk Balikpapan (offshore flare platform) dengan tetap memperhatikan aspek keengineeringan, keselamatan lingkungan dan keselamatan lingkungan sekitar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan telah selesainya penelitian ini Peneliti mengucapkan terimakasih PT. Pertamina RU V Balikpapan, kepada PT. Pertamina Kilang Balikpapan dan kepada semua pihak yang telah banyak membantu sehingga lancarnya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- API Standard 521, 2014, *Pressure-Relieving and Depressuring Systems*, Six Edition, New York, USA
- Document No.1569-001, Job No. 1569, 1996, *Data Sheet of Flare Stack*, Balikpapan Expansion Program, PT.Pertamina UP V, Balikpapan
- Peraturan Pemerintah (PP) No. 11 Tahun 1979 *tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi*.

- Sulardi, 2017, *Reposisi Pipa Transfer Line Flare Stack Dengan Alat Roll Geser dan Metode Penarikan*, Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik (B4) Bandung, Volume. 7 No.2, Desember 2017
- Sulardi, 2018, *Analysis of Failure Base Plate Anchor Flare Stack Foundation and Repair Method*, International Conference on Geotechnics (IC Geotechnics) Sustainable Development Challengers in Geotechnics, 24-26 July 2018, Yogyakarta, Indonesia.
- Sulardi, 2019, *Pengantar Industri Minyak dan Gas Bumi*, Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Jawa Barat, Indonesia
- Sulardi, 2019, *Peralatan Industri*, Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kab. Cirebon, Jawa Barat, Indonesia.
- UOP, 2014, *Callidus Flaress for The Petrochemical and Petroleum Industry*, UOP Honey Well, USA