

## PEMASANGAN RISER OFFSHORE FLARE STACK DENGAN METODE CANTING

Sulardi<sup>1\*</sup>, Lukman<sup>1</sup>, Agus Sugianto<sup>2</sup>, Basyaruddin<sup>3</sup>, Mardewi Jamal<sup>4</sup>, dan Syaeful Akbar<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan

<sup>2</sup>Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Balikpapan

<sup>3</sup>Teknik Sipil, Institut Teknologi Kalimantan

<sup>4</sup>Teknik Sipil, Universitas Mulawarman

<sup>5</sup>Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan

E-mail: [Sulardikm61@yahoo.com](mailto:Sulardikm61@yahoo.com)

### ABSTRACT

The problems in the construction of the new offshore flare stack PT. Pertamina's Balikpapan Refinery is having difficulty installing flare stack risers due to the unavailability of lifting equipment that can reach a height of 175 meters. The aim of the research is to describe how to install a flare stack riser without using a conventional crane. An alternative solution to solving the problem is to divide the flare stack riser into several trunk sections and install the flare stack riser using the canting method. From the research results, it can be seen that the innovation of dividing the flare stack riser into several parts and the canting lifting method can overcome the problem of difficulties in installing the flare stack riser properly and safely.

Keywords: riser flare stack, canting method, derick support.

### I. PENDAHULUAN

Salah satu program penting pada *Refinery Development Master Plan* (RDMP) adalah pembangunan menara suar baru di lepas pantai [1]. Menara suar ini adalah menara obor pengganti menara obor lama [7] dengan lokasi bangun di perairan cukup jauh dari garis pantai [4] Kilang PT. Pertamina Internasional Balikpapan.

Permasalahan dihadapi pada saat pemasangan riser flare stack [7], adalah kesulitan dan ketidaktersediaan alat angkat dan metode pengangkatan dari floor area ke lokasi pemasangan riser flare stack dengan ketinggian 145 meter dan ruang kerja yang sangat terbatas. Derick flare stack dibangun untuk menopang 2 unit riser flare stack yang masing-masing memiliki ketinggian 145 meter dan berat 115 ton. Riser flare stack adalah selosong pipa penyalur gas buang (offspecification gas) dari unit proses dan peralatan proses kilang untuk dibakar di flare stack.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut dilakukan dengan inovasi metode kerja, yaitu dengan membagi-bagi riser flare stack dalam beberapa segmen dan mengangkat per section riser flare stack dengan metode canting. Untuk itu riser flare stack dibagi-bagi menjadi beberapa bagian module riser stack dengan masing-masing module bagian section trunk beratnya 15-20 ton. Penentuan segmen riser flare stack ini didasarkan pada kemampuan dan kapasitas alat angkat pengganti crane yang tersedia. Riser flare stack dengan material pipa baja berdiameter 52 Inch dipasang secara vertikal disisi luar derick

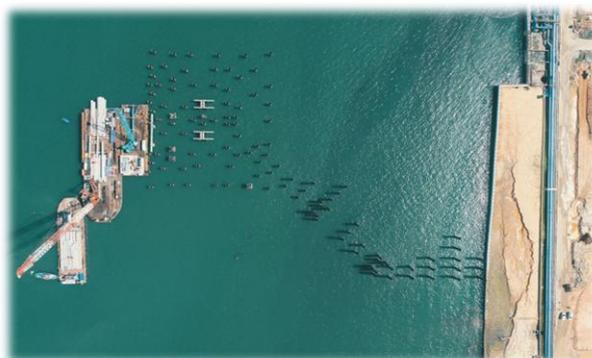
steel structure dengan berat total riser flare stack 115 ton dan ruang kerja yang sangat terbatas. Untuk itulah maka penelitian ini diperlukan dalam rangka mengatasi permasalahan kesulitan metode pemasangan riser flare stack dengan tanpa menggunakan alat angkat crane, tetapi dengan alternative alat angkat berbasis sistim katrol yaitu dengan metode canting dan hoisting.

Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran metode instalasi riser flare stack yang meliputi cara pengangkatan dan pemasangan rise flare stack dari floor ke lokasi pemasangannya pada struktur derick flare stack. Penelitian ini adalah penelitian terpakai dengan fokus pada mengatasi permasalahan lapangan dengan metode kerja praktis dan peralatan tersedia dengan mudah. Kontrol terhadap hasil pelaksanaan metode kerja dilakukan dengan pengukuran verticality derick structure sebelum dan setelah dipasang riser dan verticality riser flare stack sebelum dan setelah unit dioperasikan [3]. Asumsi penelitian adalah apabila kesulitan metode kerja dapat diatasi dengan metode canting maka pemasangan riser flare stack berhasil dengan baik.

Metode pemasangan riser flare stack dengan metode canting disusun sebagai metode kerja dan pedoman yang akan digunakan dalam pemasangan riser flare stack. Metode kerja yang disusun diharapkan bisa menjamin terlaksananya pekerjaan, keberhasilan pemasangan, dan tidak terjadi kecelakaan kerja (zero accident). Dengan metode canting diharapkan riser flare stack dapat dipasang tepat waktu dengan sesuai kontrak kerja. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat untuk dapat direplikasi menyelesaikan di unit kerja lain yang mengalami permasalahan sejenis.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pekerjaan instalasi offshore new flare stack PT. Kilang Pertamina Balikpapan (PT. KPB). Pekerjaan pembangunan offshore new flare stack di lepas pantai (Gambar. 1). Lokasi bangun new offshore flare stack berada Teluk Balikpapan, tepatnya 150 meter disebelah barat pantai kilang Balikpapan. Lokasi bangun berada pada kedalaman dasar laut (seabed) 12-13,5 meter, berada dikawasan lepas pantai dan tidak terpengaruh oleh kondisi pasang surut yang terlalu besar.



Gambar 1. Lay out lokasi New Offshore Flare Stack

Metode pendekatan penelitian adalah metode pendekatan studi kasus instalasi riser flare stack di lepas pantai. Permasalahan terjadi karena tidak tersedia alat angkat crane yang sesuai dengan tinggi lengan 165 meter, kapasitas beban angkat 15-20 ton dan dioperasikan diatas kapal ponton.

## 1. Bahan

Spesifikasi standar material riser flare stack meliputi :

- a. Pipa riser flare stack : ASTM A53 Gr.B,
- b. Pipa horizontal and diagonal : ASTM A53 Gr.B,
- c. Pelat dan flanges : ASTM A53,
- d. Metal gratings filter, 30x100 B.B 35x5 : ASTM A36,
- e. Ladders, Platforms, Handrail : ASTM A36,
- f. Bolts  $\varnothing > 20$ mm. Nuts & Washer : ASTM A325/ ASTM A563M Gr.105/ F436/ ASTM A193/ A193M B7, dan (f) Bolts  $\varnothing < 16$ mm.

Standard Codes yang digunakan meliputi :

- a. Wind Loads : ASCE-7-2010,
- b. Earthquake,
- c. Loads : ASCE-7-2010,
- d. Structural Checks : ASCE-7-10, dan
- e. Riser flanges  $> 60^\circ$ : ASME SEC. VII DIV. 1-2017.

## 2. Peralatan

Alat angkat utama untuk pemasangan struktur derick adalah :

- a. Lifting crane (lifting crane), dengan kemampuan angkat beban. 250 Ton,
- b. Alat angkat pembantu, dengan kemampuan angkat beban. 80 Ton,
- c. Ponton apung, ukuran : 100 x 27 x 7 Meter
- d. Keranjang angkat pekerja,
- e. Alat angkat lainnya, kemampuan angkat beban 4,5 ton dan 12,5 ton
- f. Truck trailer lantai rendah
- g. Alat angkat Canting dengan hoistingnya, kapasitas 22 Ton
- h. Peralatan penunjang sesuai kebutuhan dilokasi kerja.

Tabel. 1 Section Trunk Riser Flare Stack

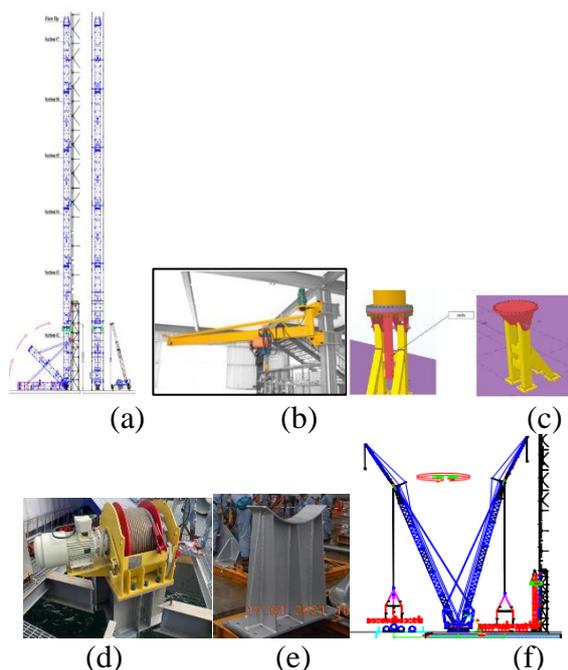
Section	Bottom Elevation	Top Elevation	Description	Weight (Ton)
Section.1	+2.00	+ 19.00	Trunk. 1	12.37
Section.2	+ 19.00	+39.00	Trunk. 2	21.46
Section.3	+39.00	+59.00	Trunk. 3	17.06
Section.4	+59.00	+79.00	Trunk. 4	16.66
Section.5	+79.00	+99.00	Trunk. 5	16.66
Section.6	+99.00	+119.00	Trunk. 6	16.66
Section.7	+119.00	+142.00	Trunk. 7	18.20
Section.8	+142.00	+145.00	Tip Flare	2.40

Sumber : PT. Kilang Pertamina Balikpapan (2022)

### 3. Metode Kerja

#### A. Preparasi

Tahap persiapan dilakukan dengan (1) Memastikan drawing untuk pemasangan riser flare stack sudah di approve, area pengangkatan dikosongkan, (2) Lakukan pemeriksaan bahan dan peralatan dalam kondisi siap digunakan dan telah diperiksa oleh petugas pemeriksa peralatan, (3) Siapkan perancah telah siap digunakan, signalman dan helper, SIKA & JSA sudah disetujui bagian terkait, dan (4) Pastikan bahwa derick flare stack (Gambar. 2a), alat canting (Gambar. 2b), table floor (Gambar. 2c), pulley (Gambar.2d), bottom saddle (Gambar. 2e) dan crane kapasitas 250 (Gambar.2f), kondisinya sudah siap digunakan



Gambar 2. Peralatan kerja instalasi riser flare stack

#### B. Preposisi Riser Flare Stack dengan Metode Canting

Kegiatan preposisi riser flare stack dengan metode canting dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

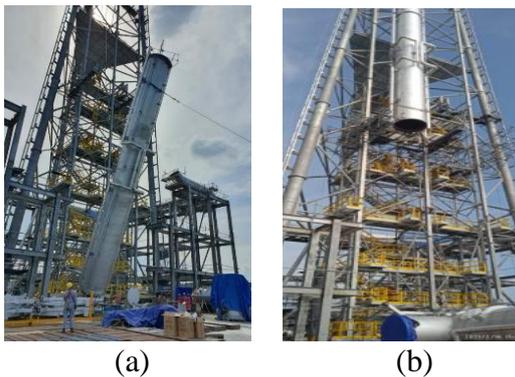
1. Dipastikan sistim katrol canting dan hoisting telah terpasang dengan baik sesuai posisinya
2. Riser section No. 1 (trunk. 7, trunk paling atas), sudah di posisi saddle,
3. Bagian riser section No.7 dihubungkan dengan canting pada bagian flange riser dan bagian bottomnya
4. Bagian riser section No. 7 dihubungkan dengan aut dan dipastikan telah terinstal dengan sempurna
5. Diyakinkan bahwa guide rail bagian atas maupun bagian bawah dalam kondisi open sehingga saat riser section diangkat dengan canting maka riser section berdiri tegak lurus
6. Tali baja dan pulley disiapkan di bagian bawahnya untuk pengikatan kedudukan pancing ke lug pad eyes
7. Riser section No. 7 siap di install ke posisinya

8. Pemasangan segmen atas tip riser stack dipasang dengan bantuan alat angkat crane 250 ton dengan lengan yang cukup panjang sehingga dapat menjangkau kedudukannya dengan baik
9. Lakukan pemeriksaan terhadap alat pancing angkat crane dibagian bottom riser stake telah terikat sempurna agar pengangkatan berjalan baik dan safe.

### C. Metode Pengangkatan dan Instal Pipa Suar Bakar

Metode pemindahan pipa suar bakar dari bottom saddle ke lokasi pemasangan dan pemasangan *riser flare stack* dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Sebelum dilakukan pengangkatan telah dipastikan bahwa seluruh pipa suar bakar dan komponennya telah terpasang dan pengikatan baut-baut telah terikat dengan baik dan kencang untuk menghindari kegagalan pengangkatan
2. Struktur penopang *riser stack (steel derick)* telah dilakukan pengukuran posisi ketegakan (*verticality*) dan diyakinkan kondisi ketegakannya dalam batas aman standar API. 521
3. Dipastikan dilokasi pasang tidak ada pasangan perancah (*scaffold*) yang dapat mengganggu dan menghambat pemasangan pipa suar bakar
4. Demikian pula sebelum peralatan diangkat telah dilakukan pengecekan semua ikatan baut-mur dan diyakini telah terpasang dengan kencang sempurna
5. Saat mesin penarik mulai digerakan untuk mengangkat, dipastikan kedudukan bagian bawahnya telah sesuai dan dapat tersambung dengan komponen dibagian bawahnya (*section No. 6*),
6. Periksa lagi bahwa riser stack *Thrunck No. 6* telah terpasang semua kelengkapan dan pemegang angkat telah siap untuk proses pengangkatn selanjutnya seperti pada tahapan pengangkatan No. (1) sampai dengan langkah No. (5) sebelumnya
7. Pada saat riser stack No. 6 telah pada datar sempurna, lanjutkan dengan pemasangan baut-mur ke setiap flange riser dan pastikan terikat dengan kencang
8. Pengikatan baut-mur berdasarkan ketentuan urutan pengikatan menggunakan alat ikat kunci torsi dengan kuat ikat sesuai ketentuan..



Gambar 3. Penegakan (a) dan Pengangkatan (b) Riser Thrunck No.1



(a) (b)  
Gambar 4. Canting (a) dan (b) Hoisting Riser stack

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Pemasangan pipa gas suar bakar menara obor diatas platform di tengah laut Teluk Balikpapan dengan metode canting telah selesai dilaksanakan. Riser flare stack berdiri terpasang dengan baik pada penopangnya yaitu struktur rangka *baja* (*derick steel structure flare stack*) yang telah disiapkan sebelum pemasangan riser flare stack. Penerapan metode canting untuk menginstal pipa saluran gas bakar pada menara bakar dilaksanakan dengan 2 tahapan, yaitu tahap canting dan tahap hoisting. Metode kedua tahapan ini adalah inovasi alat angkat alternatif sebagai pengganti alat angkat crane konvensional dan menggunakan mesin *electric winch canting* dan *winch hoist*. Sebelum pelaksanaan canting riser flare stack dilakukan penyiapan saddle support dan winch canting (Gambar.2c). Dilanjutkan dengan mengangkat riser flare stack dengan crane dan memposisikan riser flare stack pada posisi horizontal dengan ujung bawah riser flare stack dan can riser flare stack ditumpu oleh saddle support (Gambar.2d). Pada posisi riser flare stack diatas saddle support dilakukan pemasangan insulasi panas dan asesoris riser flare stack. Pada posisi riser flare didudukkan diatas saddle support ini pula dilakukan pemasangan lowering sling, pemasangan hook dan pemasangan hook ke lug riser flare stack.

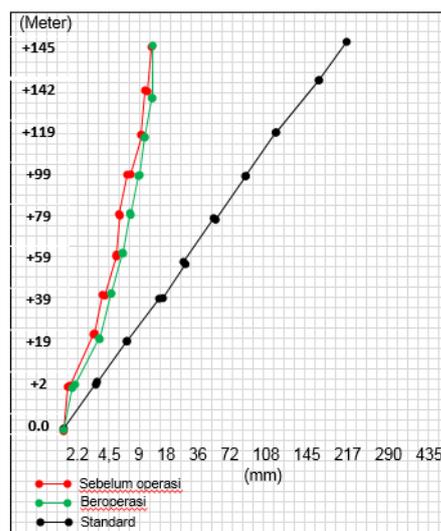
Pada tahap canting adalah tahap mendudukan riser flare stack pada saddle bottom dan mendirikan thrunk riser flare stack diatas saddle bottom support (Gambar. 4a, 5a). Pada tahap hoisting (Gambar. 4b, 5b) adalah tahap mengangkat thrunk riser flare stack ke posisi pasangannya pada derick rangka baja. Berat total *riser flare stack* adalah 115 ton.dengan ketinggian 145 meter. Untuk mempermudah pemasangan *riser flare stack*, maka riser flare stack dibagi-bagi menjadi beberapa bagian *trunk*. Pembagian komponen ini bertujuan agar berat masing-masing komponen masih dalam batas aman untuk diangkat sesuai kemampuan angkat alat canting yaitu 15-20 tons. Tahap awal instalasi dimulai dengan memasang komponen trunk riser paling atas yaitu top trunk riser No.1 yakni *flame flare stack*. Pemasangan flame flare stack dinyatakan selesai jika komponen *riser flare stack* tersebut telah duduk dan terikat sesuai posisi kedudukannya pada derick structure. Setelah top trunk No 1 terpasang baik dilanjutkan untuk memasang komponen trunk No. 2 dan komponen trunk dibawahnya sehingga seluruh komponen trunk terpasang pada kedudukannya dan bagian *bottom riser flare stack* telah duduk dengan baik dan bottom saddle support.

Pada saat Riser flare stack telah terpasang dan terikat baik dan aman pada *derick flare stack structure*, dikontrol ketegaakannya dengan mengukur ketegakan riser flare stack sesuai standar API 521 [1]. Standar *verticality riser flare stack* menurut API 521 adalah deviasi kemiringan verticality riser 1/500 tinggi total *riser flare stack* [1]. Dengan tinggi total riser flare stack 145 meter maka kemiringan ijin *riser flare stack* maksimum (*inclination tolerance*). Tabel 1 dan Gambar. 6 menunjukkan, hasil pemeriksaan deviasi verticality riser stack setelah diopearsikan menunjukkan 11.7 mm vs 290 mm, sedang hasil pemeriksaan deviasi verticality riser stack sebelum dioperasikan adalah 10.2 mm vs 290 mm (*safe condition*).

Tabel. 2 Hasil Pengamatan Penyimpangan Ketegakan Pipe Riser Flare Stack

Ketinggian (m)	Penyimpangan ketegakan Pipa Riser Flare Stack		
	Sebelum Operasi (mm)	Setelah Operasi (mm)	Standard (mm)
+145	10.6	11.2	290
+142	10.2	10.4	284
+119	9.1	9.5	238
+99	7.7	8.2	198
+79	7.1	6.9	158
+59	6.2	6.1	118
+39	5.7	5.6	78
+19	4.6	4.7	38
+2	2.2	2.4	4
0.0	0.0	0.0	0

Sumber : PT. Kilang Pertamina Balikpapan (2022)



Gambar 5. Grafik monitor deviasi verticality pipa penyalur gas

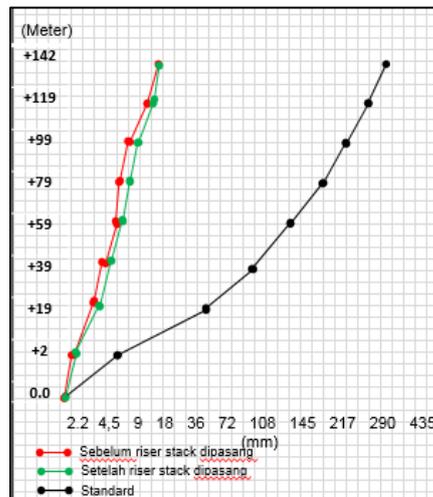
Sedangkan pada Tabel 3 dan Gambar. 6 menunjukkan hasil pemeriksaan deviasi verticality derick flare stack sebelum riser stack dipasang adalah 11.2 mm vs 284 mm,

sedangkan deviasi verticality derick flare stack setelah riser stack dipasang adalah 12.6 mm vs 284 mm.

Tabel. 3 Hasil Pengamatan Penyimpangan Ketegakan Struktur Penopang

Elevasi (m)	Deviasi verticality Pipa penyalur gas bakar Menara Obor		
	Sebelum Operasi (mm)	Setelah Operasi (mm)	Standard (mm)
+142	11.3	12.3	284
+119	9.7	9.7	238
+99	8.3	8.4	198
+79	6.7	6.6	158
+59	5.7	5,9	118
+39	4.5	5.2	78
+19	2.3	3.6	38
+2	1.6	2.4	4
0.0	0.0	0.0	0

Sumber : Data PT. Kilang Pertamina Balikpapan (2022)



Gambar 6. Grafik monitor deviasi verticality derick Structure

Setelah verticality riser flare stack dinyatakan dalam batas aman sesuai standar API 521[1], dilanjutkan dengan tahap persiapan pengoperasi antara lain (a) Peniupan bagian dalam pipa riser stack dengan angin bertekanan (blowing), sehingga internal pipa riser flare stack bersih dari kotoran dan endapan deposit, (b) Peniupan transfer line dan riser flare stack dengan snuffing steam, draining dan memastikan bahwa internal transfer line dan internal riser flare stack telah bersih dari kandungan air atau fluida lain yang berbahaya dan mudah terbakar, (c) Tahap pengisian internal transfer line dan internal riser flare stack dengan gas hydrocarbon untuk mengusir keberadaan oksigen dari dalam transfer line dan didalam riser flare stack, dan (d) Interkoneksi eksisting transfer line flare stack jalur transfer line yang baru, menutup dan *blind off* jalur ke transfer line yang lama, menyalakan obor new riser flare stack dan setelah riser flare dipastikan beroperasi normal dilakukan blindoff jalur transfer line eksisting.



Gambar 7. Riser Flare Stack Telah Terpasang dan Berfungsi

Penelitian ini menghasilkan luaran berupa inovasi baru yang sangat bermanfaat dan memberikan nilai tambah bagi value creation berupa metode kerja baru, kemudahan melakukan pekerjaan dan nilai penghematan bagi perusahaan. Hasil akhir penelitian telah mendapat perlindungan hukum atas hak cipta metode baru dari kementerian Hukum dan Hak azasi Manusia (Kemenkumham) dan diberikan Sertifikat Hak Cipta No. EC00202228660 sejak tanggal 09 Mei 2022 dengan masa perlindungan hak cipta selama 70 tahun.

## B. Pembahasan

Alat angkat *Canting* adalah alat pengangkatan dengan prinsip katrol, digunakan untuk menggantikan alat angkat konvensional karena keterbatasan lokasi dan sulit terjangkau oleh lengan alat angkat konvensional. Cara pemasangan pipa gas suar bakar (*riser flare stack*) ke lokasi kedudukannya tidak dilakukan dalam sekali angkatan sebagaimana pada alat crane konvensional, tetapi dengan dua kali pengangkatan. Pengangkatan pertama untuk mendirikan pipa gas suar bakar diatas *saddle support* dan setelah pipa suar bakar berdiri tegak diatas *saddle support* dilanjutkan mengangkat ke lokasi pemasangannya diatas rangka baja penopang pipa suar bakar. Cara kerja alat angkat berbeda dengan alat angkat crane konvensional yang terdiri dari tempat bertumpu dan lengan angkatnya. Dalam pengangkatan beban menggunakan lengan angkat sementara bagian bawah lengan angkat tersebut bertumpu pada kedudukannya [6,8]. Alat angkat bantu canting terpasang dua, dimana alat canting yang satu mendirikan *riser stack* ke *saddle support* dan alat canting yang lain bertugas mengangkat ke lokasi pasangannya diatas struktur rangka baja (*derick structure*) [7].

Pelaksanaan intalasi riser flare stack menggunakan metode canting dilakukan berdasarkan keyakinan bahwa alat bantu angkat ini cocok dan sesuai digunakan. Asumsi kesesuaian penggunaan alat angkat ini didasarkan pada hasil kajian mekanikal

engineering yang telah dilakukan oleh kontraktor pelaksana pekerjaan dan telah direview oleh konsultan pengangkatan. Hasil kajian dituangkan dalam dokumen dan prosedur kerja pengangkatan yang telah disosialisasikan kepada pihak engineering dan pihak keselamatan lifting. Hasilnya menunjukkan bahwa secara kualitas diyakini telah sesuai bentuk, dimensi dan konfigurasi dalam desain.

Dari aspek kebiasaan (*delivery*) penggunaan metode angkat canting sangat berguna sebagai alternatif pengganti alat angkat konvensional untuk pengangkatan yang harus dilakukan di lokasi yang sangat terbatas yang tidak bisa menggunakan alat angkat crane konvensional. Jika tidak ditemukan inovasi pengangkatan metode canting maka dapat dipastikan bahwa pekerjaan instalasi riser flare stack ini akan mengalami kesulitan dan dipastikan akan terjadi keterlambatan penyelesaian pekerjaan. Sistem dan konstruksi alat angkat canting ini sangat sederhana, bentuk dan ukurannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan lapangan. Hal ini sangat penting untuk pekerjaan sejenis di area kilang yang lokasinya sangat terbatas diantara struktur pipe rack dan peralatan operasi kilang.

Penggunaan metode angkat canting pada pekerjaan menginstal pipa gas bakar flare stack dilakukan di ketinggian dan kondisi kerja sangat berbahaya (*very dangerous*) dan berisiko kecelakaan kerja tinggi (*high risk*). Pekerjaan seperti ini hanya bisa dikerjakan oleh pekerja yang memiliki pengalaman dan keterampilan khusus bekerja di ketinggian. Catatan keberhasilan menyelesaikan pekerjaan ini sukses tersendiri dengan keterbatasan sarana kerja. Catatan keberhasilan ini dibuktikan dengan berhasilnya kelompok kerja ini menyelesaikan seluruh rangkaian pekerjaan dengan aman (*safely*) tanpa terjadi kecelakaan (*zero accident*).

Metode pengangkatan canting adalah temuan metode pengangkatan baru berdasarkan kaidah metode pengangkatan konvensional dengan alat angkat crane namun dengan menyesuaikan kondisi dan lokasi kerja yang terbatas dan tidak terjangkau dengan alat angkat crane konvensional. Dengan temuan metode pengangkatan alternatif ini akan sangat membantu dalam mengatasi masalah kesulitan pengangkatan pada saat penggunaan alat crane tidak memungkinkan digunakan. Ide menemukan dan menggunakan metode kerja baru ini akan meningkatkan rasa percaya diri pekerja untuk mampu mengatasi permasalahan di lingkungan kerjanya tanpa ketergantungan dengan pihak lain.

#### **IV. KESIMPULAN**

Metode kerja canting terbukti cocok dan aman digunakan untuk pemasangan riser flare stack pada derick structure. Kondisi verticality riser flare stack sebelum dan setelah peralatan dioperasikan dalam batas aman. Demikian pula verticality derick structure sebelum dan setelah pemasangan riser stack dalam batas aman. Metode canting telah diaplikasikan lagi untuk memasang instalasi perpipaan dan peralatan yang sulit dijangkau menggunakan alat angkat crane dan terbukti telah pula berhasil dengan baik dan aman. Keberhasilan aplikasi metode kerja baru ini mengacu kepada metode kerja yang telah disepakati bersama dan diyakini bahwa metode kerja baru ini dipandang cocok dan aman digunakan di lingkungan PT. Kilang Pertamina Balikpapan.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penelitian ini berjalan lancar dan sukses berkat adanya dukungan dari Manajemen dan Pengawas PT. Kilang Pertamina Balikpapan. Peneliti mengucapkan terimakasih dan merasa bersyukur telah diberikan kesempatan berharga untuk melakukan penelitian terpakai ini. Terimakasih juga kepada pimpinan Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan yang telah membiayai penelitian ini melalui program hibah internal STT Migas Balikpapan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] API Standard 521, 2014, Pressure Relieving and Depressuring System, 6th Edition, API Publication, USA
- [2] API RP 1111, 1999, Design, Construction, Operation and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipelines (Limit State Design), API Publication, USA
- [3] Peraturan Pemerintah (PP) No. 11 Tahun 1979, 1979, tentang Keselamatan Kerja pada Pemurnian dan Pengolahan Minyak dan Gas Bumi
- [4] Sulardi, 2019, Keselamatan dan Kesehatan Kerja Industri Pengolahan Minyak (K3 Kilang), Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia
- [5] Sulardi, 2019, Keselamatan Alat Angkat dan Alat Angkut, Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia
- [6] Sulardi, 2017, Reposisi Transfer Line Flare Stack Dengan Alat Roll Geser dan Penarikan, Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik, B4T Bandung, Bandung
- [7] Sulardi, 2018, Keselamatan Konstruksi Untuk Mencegah Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Perbaikan Flare Stack, Jurnal Teknologi Terpadu, Politeknik Negeri Balikpapan
- [8] Sulardi, 2018, Reseting Verticality Flare Stack Dengan Pengaturan Tegangan Guy Wire, Jurnal Info Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

Halaman ini sengaja dikosongkan