

PEMASANGAN PIPA GAS BAKAR MENARA OBOR DI LEPAS PANTAI DENGAN ALAT ANGKAT NON CRANE

Sulardi^{1*}, Lukman¹, Agus Sugianto², Basyaruddin³, Mardewi Jamal⁴, dan Syaeful Akbar⁵

¹Teknik Perminyakan, Sekolah Tinggi Teknologi Migas

²Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Balikpapan

³Teknik Sipil, Institut Teknologi Kalimantan

⁴Teknik Sipil, Universitas Mulawarman

⁵Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan

*E-mail: Sulardikm61@yahoo.com

ABSTRACT

The aim of the study is to provide an overview of the installation of a torch tower fuel gas distribution pipe offshore non using crane. The problem faced in the implementation of the installation is the difficulty of installing the fuel gas distribution pipe because there is no conventional crane lifting equipment that can be used at a height of 175 meters, weighing 115 tons and in very limited work locations. The solution to overcome the problem is to divide the gas distribution pipe into several trunks and install it on the derick structure by lifting the pulley system (non crane). The results showed that the lifting method using a pulley was proven to be suitable and safe to use for installing a gas pipeline for torch towers offshore. The results of this study also recommend that work methods can be replicated by other work units that experience similar problems.

Keywords: riser pipe, flare stack, pulley system.

ABSTRAK

Penelitian bertujuan memberikan gambaran pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor di lepas pantai tanpa menggunakan alat angkat crane. Permasalahan yang dihadapi dalam pelaksanaan instalasi adalah kesulitan pemasangan pipa penyalur gas bakar karena tidak adanya alat angkat crane konvensional yang dapat digunakan pada ketinggian 175 meter, berat 115 ton dan di lokasi kerja yang sangat terbatas. Solusi mengatasi permasalahan adalah dengan membagi pipa penyalur gas menjadi beberapa trunk dan memasang pada derick structure dengan metode pengangkatan sistem katrol (*non crane*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengangkatan dengan katrol terbukti cocok dan aman digunakan untuk memasang pipa penyalur gas menara obor di lepas pantai. Hasil penelitian ini juga merekomendasikan agar metode kerja tersebut dapat direplikasi unit kerja lain yang mengalami permasalahan sejenis.

Kata Kunci: Pipa penyalur gas, menara obor, sistem katrol.

PENDAHULUAN

Pada program pengembangan kilang Balikpapan (*Refinery Development Master Plan*) dilakukan pembangunan menara obor yang berlokasi ditengah laut (*offshore new flare stack*). Menara obor ini berfungsi untuk membakar gas-gas yang tidak bisa lagi diproses (Sulardi, 2019), tidak bisa dimanfaatkan atau bahkan keberadaannya dapat merusak kualitas produksi hasil proses pengolahan minyak. Pembangunan menara obor ini bertujuan untuk menggantikan menara obor lama yang harus dibongkar karena lokasinya bangunannya menjadi bagian pembangunan kilang baru.

Menara obor dibangun di lepas pantai (*offshore*) pada jarak 150 m dari garis pantai kilang Balikpapan. Konfigurasi menara obor memiliki ketinggian 145 m atau 29 m lebih tinggi dari menara obor sebelumnya (Gambar. 1). Perbedaan antara menara obor yang lama dan menara obor yang baru adalah pada cara penopangnya. Menara obor lama ditopang dengan beberapa tali seling baja (*guy wire*) (Sulardi, 2017), sedangkan menara obor baru ditopang dengan struktur rangka baja (*steel derrick structure*) (Sulardi, 2019). Perbedaan juga pada lokasi bangunannya, menara obor lama dibangun didalam area pagar kilang sedangkan menara obor baru dibangun diluar pagar kilang dan lokasinya dilepas pantai.



Gambar 1. Menara Obor dengan *Guy Wire* (a) dan *Derrick Structure* (b)

Dengan lokasi pembangunan dilepas pantai dan ketinggian menara obor yang 145meter maka hal ini merupakan kasus baru di lingkungan industri Migas Kilang Pertamina Balikpapan. Pipa penyalur (PP No.11, 1979) gas bakar terdiri dari dua pipa dan masing-masing memiliki

berat 115 ton. Kondisi visual tersebut memberikan gambaran sederhana betapa sulitnya pekerjaan ini harus dilakukan. Terlebih lagi pekerjaan ini harus dilakukan dengan bantuan alat angkat crane dengan kapasitas lebih dari 250ton dan memiliki jangkauan ketinggian 175 meter.

Posisi kedudukan crane adalah di atas ponton yang kondisinya cenderung bergerak apabila ada gelombang laut. Permasalahannya adalah keterbatasan ketersediaan alat angkat crane dengan spesifikasi tersebut. Dengan hal-hal tersebut maka diperlukan metode kerja khusus dan alat bantu pengangkatan khusus untuk mengangkat dan memasang pipa penyalur gas bakar pada posisi kedudukannya secara permanent pada struktur *derrick* rangka baja. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka pipa penyalur gas bakar menara obor dibagi-bagi menjadi beberapa bagian (*module section riser flare stack*) sehingga beban pengangkatannya menjadi lebih mudah karena berat masing-masing module section adalah dengan berat 15-20 ton.

Alternatif untuk mengatasi kesulitan pengangkatan yang tanpa ketersediaan alat angkat crane dilakukan dengan alat bantu angkat katrol (Sulardi, 2019) yang dipasang temporary. Setelah pemasangan pipa selesai maka alat angkat temporary ini dilepas kembali. Alat bantu angkat non crane ini dipasang pada dua posisi, yaitu pada posisi dibagian bawah *derrick structure* dan dibagian atas *derrick structure*. Alat bantu angkat dibagian bawah berfungsi untuk mendudukan dan mendirikan pipa penyalur gas bakar diatas *saddle*. Sedangkan alat bantu angkat dibagian atas berfungsi untuk mengangkat keatas dan memposisikan kelokasi pemasangan secara permanen diatas *derrick structure*. Alternatif alat bantu angkat non crane ini didasarkan pada pengalaman pengangkatan komponen heavy equipment dengan alat bantu angkat katrol yang diikatkan secara temporary pada peralatan atau struktur permanen yang cukup kokoh (*wall jib*) sebagaimana terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat Bantu Angkat yang Diikatkan pada Struktur Permanen (*wall jib*)

Dengan tersedianya alternatif alat bantu angkat tersebut maka diasumsikan bahwa kesulitan alat angkat untuk pengangkatan dan pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor dapat diatasi.

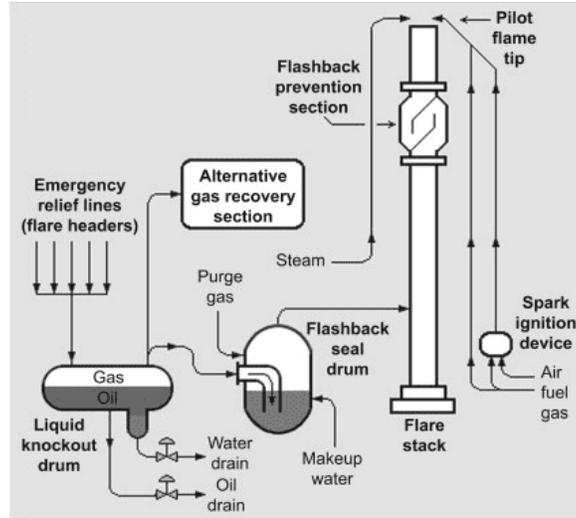
Tujuan yang hendak dicapai melalui penelitian ini adalah:

- a. Memberikan gambaran cara setting (Sulardi, 2021) dan mendirikan pipa penyalur gas bakar pada *saddle bottom support* tanpa alat angkat crane.
- b. Memberikan gambaran cara pengangkatan pipa penyalur gas bakar (UOP, 2014) ke lokasi pasang dan pemasangan pipa penyalur gas bakar pada kedudukannya diatas penopang pipa (*derrick flare stack structure*) tanpa alat angkat crane.

Agar lebih pada pokok permasalahan, faktor penyebab dan solusi penanganan masalah maka penelitian ini membatasi pada:

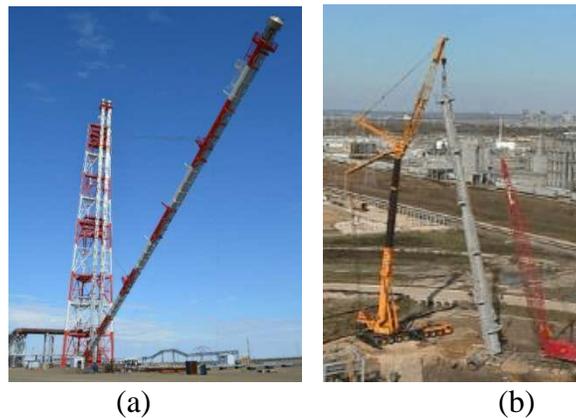
- a. Permasalahan penelitian adalah kesulitan pemasangan pipa penyalur gas menara obor dengan berat 115 ton dan tinggi 145 m tanpa alat angkat crane.
- b. Faktor dan penyebab permasalahan adalah tidak tersedianya alat angkat crane dengan kapasitas 250 ton dan memiliki lengan jangkau 175 m yang dioperasikan diatas kapal ponton.
- c. Alternatif solusi adalah dengan alat bantu katrol yang diikatkan secara temporary pada *derrick structure* dan alat bantu angkat tersebut dilepas setelah pekerjaan selesai.

Menara obor (*flare stack*) peralatan yang berfungsi untuk membakar gas-gas buangan (Sulardi, 2017 dan UOP, 2014) dari proses pengolahan minyak dan gas, gas pengotor dan gas-gas yang tidak bisa diproses pada sistim proses. Pembakaran gas di menara obor ini bertujuan agar gas buangan tidak mencemari dan membahayakan lingkungan (Sulardi, 2017) pada saat dilepaskan ke lingkungan udara terbuka. Gambaran proses menara obor sebagaimana tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Peralatan Proses Menara Obor Pembakaran Gas

Prinsip dasar pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor tanpa alat angkat crane (Sulardi, 2018) dilakukan dengan cara mencanting dan *hoisting*. Cara mencanting dilakukan dengan mendudukan pipa penyalur gas pada *saddle bottom support* sebagai pengunci pada posisi horizontal, memasang hook pada padeyes pipa dan mendirikan posisi pipa kearah tegak (vertical). Sedangkan tahap berikutnya adalah *hoisting* yaitu mengangkat komponen pipa penyalur gas vertikal ke lokasi pemasangan dan mendudukan pipa pada posisi pasangny diatas struktur penopang permanen. Ilustrasi pengangkatan metode mencanting sebagaimana tersaji pada Gambar 4a dan pada Gambar 4b ditunjukkan gambaran pengangkatan komponen pipa penyalur gas dengan metode *hoisting*.



Gambar 4. Metode Mencanting (a) dan metode hoisting (b)

METODE PENELITIAN

Metode kerja ini memberikan gambaran secara sistematik bagaimana menyiapkan bahan, peralatan, sumber daya, metode mencanting, metode hoisting dan mendudukan pipa penyalur gas bakar pada kedudukannya pada derick support. Metode pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan studi kasus, kasus kesulitan alat angkat pada pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor tanpa adanya alat angkat crane.

Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah bahan yang secara spesifikasi telah disiapkan oleh pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan standard and codes yang harus dipenuhi. Bahan-bahan tersebut terdiri dari *Column (pipes), Horizontal and Diagonals (pipes), Plates, Flat Flanges and Shapes, Serrated Gratings Mesh, Ladders, Platforms, Handrail, Bolts $\varnothing > 20\text{mm}$. Nuts & Washer for Derrick, Bolts, Nuts & Washer for Platform & Ladders.*

Peralatan yang Digunakan

Peralatan utama yang digunakan dalam pekerjaan, diantaranya adalah *Crawler crane (lifting crane), Terrain crane (service crane), Man basket, Forklift* kapasitas 5 Ton dan 10 Ton, Flatbed Trailer dan alat alat *canting* dan *hoisting* 20 Ton. Peralatan bantu (*tools*) yang digunakan meliputi *Hand grout mixer, Mechanical hand tools, chipping machine, welding machine, DFT flcometer, auto level, total station (TS), digital precision, measurement tape, impact wrench, manual wrench, concrete block, grinding machine, tension measuring tools, chain block,* kapasitas 2-10 Ton, Tirfor, kapasitas. (3,5 – 5) ton, Ladder, *scaffolding*, dan *clamps, Electric winch*, kapasitas 10 - 15 ton, *Spreader bar, Slope plate for crane* dan Peralatan lain yang diperlukan sesuai kebutuhan di lokasi kerja (*site plant*).

Cara Kerja Pemasangan Pipa Gas Bakar Menara Obor

1. Tahap Preparasi Peralatan dan Kelengkapan

Tahap persiapan atau preparasi dilakukan dengan (1) Memastikan bahwa gambar-gambar kerja untuk pelaksanaan pemasangan pipa penyalur gas menara obor telah disetujui oleh pihak yang berwenang, dan semua pihak terkait dinyatakan selesai dan tidak ada lagi pekerjaan di area pengangkatan pipa penyalur gas bakar (2) Melakukan pengecekan material dan peralatan untuk memastikan semua peralatan dan material untuk *lifting* (pengangkatan) sudah lolos inspeksi (3) Menyiapkan *scaffolding* sudah tersedia diposisi area kerja signalman dan

helper, serta dipastikan Surat Ijin Kerja Aman (SIKA) yang dilampiri dengan *Job Safety Analysis* (JSA) dan sudah dikonfirmasi dan disetujui oleh pengawas area kerja (4) Memastikan bahwa *derick flare stack, table floor, pulley, bottom saddle* dan crane kapasitas 150 ton, kondisinya sudah siap digunakan

2.. Tahap Preparasi Pipa Penyalur Gas Bakar

Tahap penyiapan ini meliputi tahap pekerjaan mencanting, yaitu mendudukan pipa diatas *saddle bottom* dan menegakkan posisi pipa dengan cara (1) Menyiapkan *riser section* No. 1 (*Trunk. 7*) yang akan diposisikan di paling atas, dipastikan sudah di posisi *saddle* (2) Sesudah pipa penyalur gas bakar diposisi *saddle*, maka pipa gas pada *section trunk* No.7 disambung ke *table canting* dengan menyambungkan *flange riser* dan *bottom table* (3) Selanjutnya *Trunk* No. 7 sudah siap uuntuk diinterkoneksi ke tabel dengan bolt dan diyakinkan sudah terpasang dengan lengkap dan ikatannya telah kencang (4) Pada tahap ini agar dipastikan lagi kedua *upper* dan *lower guide rail* dalam kondisi terbuka, agar saat di *canting* dan *riser* berdiri, *arm* dalam posisi yang tepat (5) *Wire sling* dan *pulley* siap di *lowering* untuk pemasangan *hook* ke *pad eyes (lug) riser flare stack* (6) Setelah semua prosedur dilakukan dengan benar dan telakukan pengecekan bahwa accesoris telah terpasang semua, *trunk* No. 7 siap di canting ke posisi berdiri (7) *Installation of tip* pipa penyalur dengan menggunakan crane 150 ton dan siapkan tim untuk memasang, pengikatan baut dan melepaskan *sling hook*, dan (8) Melakukan pengecekan kembali bahwa *lifting hook* dibawah *riser stake* sudah terpasang dengan benar untuk dilakukan *hoisting* dengan aman.

3. Hoisting Riser Flare Stack

Hoisting adalah kegiatan pengangkatan pipa penyalur gas setelah duduk diatas *saddle bottom*, dilakukan dengan cara (1) Memastikan semua riser stack sudah terpasang *accesoris, bolt & nut* sudah dikencangkan dan *junction box*, untuk meminimalkan pekerjaan diatas ketinggian guna menghindari resiko yang lebih tinggi (2) Memastikan *derick flare stack* sudah dilakukan *joint survey verticalty* dan pastikan verticalitynya telah sesuai standar API. 521 (3) Sebelum proses *hoisting* dimulai, pastikan scaffolding diatas dibongkar kembali agar tidak menghalangi pelaksanaan hoisting dan dapat berjalan sempurna (4) Untuk semua pipa penyalur gas menara obor sebelum dilakukan pengangkatan dipastikan semua baut-baut sudah terikat dan dikencangkan dengan baik sesuai standar (5) *Winch* mulai bekerja untuk proses pengangkatan *raiser stack*, dipastikan elevasi battom di sesuaikan kebutuhan untuk

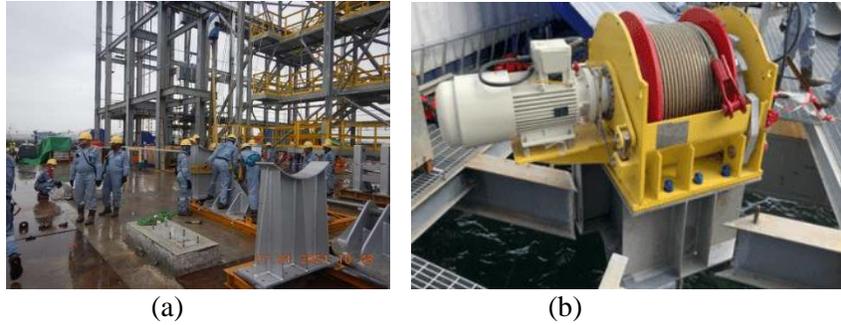
disambungkan ke elevasi dibawahnya (*Trunk No. 6*) (6) Untuk *riser stack* *Thrunck No. 6* dipastikan semua aksesoris dan lifting lug sudah dipersiapkan untuk proses canting dan hoisting kembali sebagaimana langkah No. 1 sampai dengan langkah No. 5 diatas (7) Apabila *riser stack* No. 6 sudah dalam posisi horizontal dengan sempurna pengikatan baut pada setiap flange riser kembali dipasang dan dikencangkan, dan Melakukan pengencangan *bolt & nuts* dengan urutan pengencangan sudah ditentukan sesuai dengan alat ikat kunci momen sesuai nilai torsi standar.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan instalasi pipa penyalur gas bakar menara obor (*riser flare stack*) setinggi 145 m dengan berat total 115 ton di lepas pantai Teluk Balikpapan dapat diselesaikan dengan baik dan aman dengan alat bantu angkat alternatif berbasis katrol dan tali baja (*guy wire*). Pipa penyalur gas bakar dipasang diatas platform lepas pantai dengan penopang *derrick structure* menara obor (*flare stack*) yang telah terlebih dahulu disiapkan. Penerapan metode *pulley canting* dan metode *pulley hoisting* sebagai pengganti metode pengangkatan dengan alat angkat crane dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap mendirikan pipa diatas *bottom saddle support* dan mengangkat ke lokasi pemasangan diatas *derrick support*.

Pengangkatan dengan metode *pulley canting* dan *pulley hoisting* adalah metode pengangkatan dengan sistim katrol dengan rangka baja yang diikatkan secara temporary pada *derrick structure*, tali baja (*wire*) dan mesin *electric winch canting* (Gambar 5b) dan *winch hoist*. Section trunk pipa penyalur gas diletakan secara horizontal diatas *saddle support* agar memudahkan interkoneksi dengan *bottom saddle support*.

Kapasitas angkat dengan dengan metode *pulley canting* dan *pulley hoisting* tidak sebesar kapasitas alat angkat *crane*, oleh karena itu maka instalasi pipa penyalur gas bakar dibagi dalam beberapa *section trunk* dengan menyesuaikan kapasitas angkat *pulley canting* dan *pulley hoisting*. Metode pembagian instalasi pipa penyalur gas dalam beberapa *section trunk* juga terbukti efektif dengan kondisi luasan area kerja yang terbatas dan tidak memungkinkan menggelar pasangan pipa penyalur gas yang panjangnya 145 m.



Gambar 5. *Saddle Support* (a) dan *electric winch canting* (b)

Pemasangan pipa penyalur gas bakar diawal dengan memposisikan pipa penyalur pada posisi horizontal dengan ujung bawah dan ditumpu oleh *bottom saddle support*. Pada posisi ini dilakukan pemeriksaan kelengkapan dan asesoris instalasi pipa penyalur gas menara obor. Dipastikan pula *padeyes*, *sackle clip* dan *sling* yang digunakan telah lolos pemeriksaan bersama bagian terkait.

Pada tahap *canting* dilakukan penegakan pipa dengan mendudukan instalasi pipa penyalur gas pada *saddle bottom* dan mendirikan *section trunk* pipa penyalur gas bakar diatas *saddle bottom support*. Pada tahap *hoisting* dilakukan pengangkatan *section trunk* instalasi pipa gas ke lokasi pemasangan dan mendudukannya secara permanen pada *derrick structure*. *Section trunk* instalasi penyalur gas menara obor dibagi dalam 8 (delapan) *section trunk* yang masing-masing *section* berukuran 20 m dengan berat 15-20 ton. Pemasangan dimulai dari bagian paling atas *section No. 1* yaitu komponen *flash back prevention section and flame* setinggi 19 m. Setelah itu dilanjutkan pemasangan *section trunk riser flare stack No.2* dan seterusnya dengan metode pemasangan *canting* dan *hoisting* sampai dengan semua seluruhnya sebanyak 8 trunk instalasi pipa penyalur gas riser flare stack terpasang sluruhnya dengan baik diatas *derick structure* dan *bottom riser flare stack* duduk diatas *bottom saddle*. Keberhasilan metode pemasangan instalasi pipa penyalur gas menara obor ini telah sesuai dengan *method of Statement of derrick instalation for mechanical erector Flare (Document No. 26072-203-VMD-M40-G1014)*.

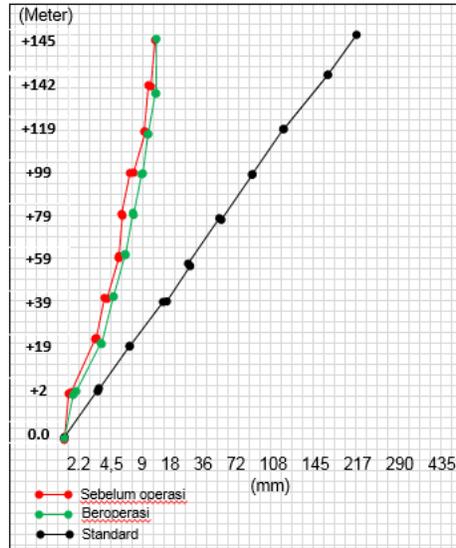
Setelah instalasi pipa penyalur gas menara obor selesai dipasang dan berdiri tegak dengan penopang *derrick flare stack*, dilakukan pengukuran deviasi ketegakan (*verticality*) pasangan instalasi pipa penyalur menara obor sesuai standar API 521. Standar deviasi *verticality* instalasi pipa penyalur gas bakar menurut API 521 adalah 1/500 tinggi total *riser flare stack* (API 521, 2014) atau 0,25% dari tinggi total instalasi pipa penyalur gas bakar menara obor. Dengan tinggi

total *riser flare stack* 145 m maka deviasi kemiringan ujung menara obor (*tip gun flare*) maksimum adalah 290 mm atau 29 Cm dari posisi verticalitynya. Hasil pengukuran deviasi *verticality* menara obor (*riser flare stack*) menunjukkan bahwa kondisi *verticality riser flare stack* setelah duduk dengan baik pada *derrick flare stack* dan telah dilakukan pengikatan secara permanen maksimum adalah 11,7 mm (Tabel 1 dan Gambar 6) atau 1/1.239 dan dinyatakan *verticality new riser flare stack* dalam batas aman (*save condition*).

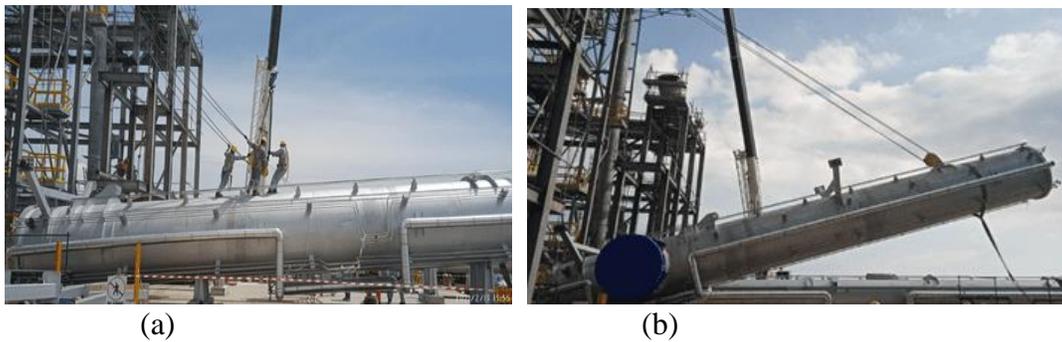
Tabel 1. Data Monitor Deviasi Verticality Pipa Penyalur Gas

Elevasi (m)	Deviasi verticality Pipa penyalur gas bakar Menara obor		
	Sebelum Operasi (mm)	Sedang Operasi (mm)	Standard (mm)
+145	10.2	11.7	290
+142	10.0	10.2	284
+119	9.2	9.7	238
+99	7.8	8.4	198
+79	7.2	6.8	158
+59	6.0	6.2	118
+39	5.6	5.7	78
+19	4.8	4.8	38
+2	2.0	2.2	4
0.0	0.0	0.0	0

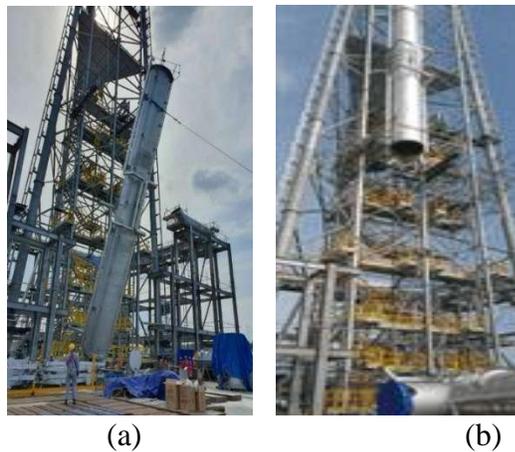
Sumber: Data PT. KPB (2022)



Gambar 6. Grafik Monitor Deviasi Verticality Pipa Penyalur Gas



Gambar 7. Pemasangan Lowering Sling Hook (a) dan pelaksanaan canting (b)



Gambar 8. Canting (a) dan hoisting (b) Section Trunk Pipa Penyalur Gas No. 1



(a)

(b)

Gambar 9. *Canting* (a) dan *Hoisting* (b) *Bottom* Pipa Penyalur (*Trunk* No.8)

Setelah pipa penyalur gas menara obor (*riser flare stack*) terpasang dengan baik dan ketegaknan (*verticality*) dalam batas aman (*safe condition*) dilanjutkan dengan (a) Proses *blowing*, yaitu proses untuk membuang kotoran didalam instalasi pipa penyalur gas dengan angin bertekanan sampai dinyatakan kondisi bersih dan bebas dari kotoran dan deposit, (b) Proses *snuffing* dengan *snuffing steam*, *draining* dan dipastikan internal pipa penyalur gas bebas dari akumulasi kandungan air, (c) Proses *break gas*, yaitu proses mengisi pipa penyalur gas dengan gas *hydrocarbon* untuk mencegah terjadi *flash* didalam pipa penyalur gas, dan (d) Interkoneksi eksisting pipa penyalur gas eksisting ke jalur yang baru, menutup jalur ke jalur pipa gas eksisting, menyalakan menara obor yang baru dan setelah menara obor dipastikan beroperasi normal dilanjutkan dengan penutupan (*blindoff*) jalur pipa penyalur gas eksisting.



Gambar 10. Pipa Penyalur Gas Menara Obor Setelah Terpasang dan Beroperasi

Hasil akhir penelitian ini menghasilkan luaran berupa perlindungan atas hak kekayaan intelektual, yakni hak cipta atas inovasi metode kerja baru tersebut. Inovasi metode kerja tercatat sebagai hak cipta metode baru No. EC00202228660 pada tanggal 09 Mei 2022 dengan pencatatan di Kemenkumham No.000344210 dengan masa perlindungan hak cipta seumur hidup. Inovasi metode kerja baru juga akan diikuti sertakan pada event konvensi mutu PT. Pertamina (Persero) karena dinilai memberikan nilai tambah (*value creation*) berupa terpasangnya pipa penyalur gas (*riser flare stack*) sesuai standard API 521 (API 521, 2014) (*quality*), nilai keekonomian (*cost*), kemudahan dalam menyelesaikan pekerjaan (*delivery*), pekerjaan dapat diselesaikan tanpa terjadi insiden (*safety*), dan inovasi metode kerja baru ini dapat memicu rasa percaya diri dan semangat membudayakan inovasi dan *improvement* secara berkelanjutan.

Mengatasi kesulitan instalasi pipa penyalur gas menara obor dengan metode canting dan metode *hoisting* sebagai alternatif respon mengatasi kesulitan pengangkatan yang tidak menggunakan alat angkat crane. Metode pemasangan *riser flare stack* dilakukan dalam dua tahapan, yaitu mendirikan *riser flare stack* diatas *bottom saddle support* dan mengangangkat *riser flare stack* ke lokasi pemasangan serta mendudukan di posisi permanennya pada *derrick structure*. Hal ini berbeda pada metode pengangkatan (*lifting*) konvensional dengan alat angkat crane dengan bertumpu pada tempat bertumpunya atau pedestal (Sulardi, 2019). Sedangkan pada alat angkat *Canting* beban didirikan pada *saddle support* dan selanjutnya diangkat ke lokasi pemasangan (*hoisting*) dengan alat angkat yang lain dibagian atas *derick structure*.

Inovasi hasil perbaikan berdasarkan aspek mutu (*quality*) penggunaan alat dan metode Canting untuk pemasangan *riser flare stack structure* telah melalui kajian dan analisa teknikal yang dituangkan dalam dokumen method statement No. 26072-203-VMD-M40-G1014 Rev.01: *Method of Statement of Derrick Instalaltion for Mechanical Erector Flare*. Secara kualitas menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan pemasangan pipa penyalur gas bakar menara terpasang telah sesuai lingkup, spesifikasi standard, bentuk, dimensi dan konfigurasi telah sesuai disain (Sulardi, 2018). Berdasarkan aspek *delivery* menunjukkan, metode Canting sangat berguna dan bermanfaat pada pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor dan peralatan sejenisnya. Inovasi pemasangan pipa penyalur gas bakar dengan metode canting dapat mengatasi permasalahan tidak tersedianya alat angkat dengan lengan angkat 145 m dan dengan lokasi kerja yang sangat terbatas. Metode canting memiliki konstruksi yang sangat sederhana, dapat

disesuaikan bentuk dan ukurannya sesuai kebutuhan dan kondisi dilokasi kerja. Metode canting menggunakan prinsip dasar pengangkatan katrol (Sulardi, 2019).

Pelaksanaan pemasangan *riser flare stack* dengan metode *Canting* melibatkan pekerja khusus diketinggian dan pekerja *access roope technical* (ART) yang sekaligus bertindak sebagai rescue and emergency team. *Success story* dari pelaksanaan pekerjaan dengan resiko sangat tinggi adalah dicapainya target *zero accident*.

Inovasi dari aspek *safety* (R.L Brauer, 1994) adalah tersedianya alat angkat dan sumber daya (Per.05/Men/1985) yang bisa replikasi untuk mengatasi permasalahan sejenis di unit kerja lain. Inovasi metode *Canting* pada pemasangan pipa penyalur gas bakar menara obor (*riser flare stack*) di lepas pantai adalah inovasi metode kerja baru yang dapat memotivasi lahirnya ide-ide baru, inovasi-inovasi baru dan improvement untuk mengatasi permasalahan dilingkungan kerja.

Secara moral inovasi ini akan meningkatkan rasa percaya diri (*conidency level*) pekerja meningkat (Sulardi, 2021) karena ide perbaikan yang ditemukan dapat mengatasi permasalahan di lingkungan kerja dengan baik, aman dan bermanfaat untuk dikembangkan lebih lanjut.

KESIMPULAN

1. Setting dan mendirikan (*erection*) pipa penyalur gas bakar pada *saddle bottom support* dilakukan dengan metode *pulley canting* dengan alat katrol yang dipasang pada *derrick structure*
2. Pengangkatan (*lifting*) dari *bottom saddle support* ke lokasi pasang dan pemasangannya pipa penyalur gas menara obor dengan metode *pulley hoisting* yang dipasang pada *derrick structure*.

SARAN

1. Metode *pulley canting* dan *pulley hoisting* dapat direplikasi untuk mengatasi masalah kesulitan pengangkatan tanpa alat angkat crane
2. Untuk memberikan jaminan keterlaksanaan prosedur kerja pengangkatan dengan metode *pulley canting* dan metode *pulley hoisting* perlu dituangkan dalam metode kerja baku.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan selesainya penelitian ini, peneliti mengucapkan terimakasih kepada Manajemen dan Pekerja PT. Kilang Pertamina Balikpapan atas dukungannya sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSATAKA

- API RP 1111. (1999). *Design, construction, operation and maintenance of offshore hydrocarbon pipelines (limit state design)*, API Publication, USA.
- API Standard 521. (2014). *Pressure relieving and depressuring system*, 6th Edition, API Publication, USA.
- Peraturan Pemerintah (PP) No. 11 Tahun 1979. (1979). *Tentang keselamatan kerja pada pemurnian dan pengolahan minyak dan gas bumi*.
- Permennaker No. Per. 05/MEN/ 1985. (1985). *Peraturan menteri tenaga kerja republik indonesia tentang pesawat angkat dan angkut*.
- Roger L Brauer. (1994), *Safety and Health for Engineers*, John Willey & Son Inc, New York.
- Sulardi, S. (2017). Reposisi Pipa Transfer Line Flare Stack dengan Alat Roll Geser dan Metode Penarikan. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, 7(2), 63-70.
- Sulardi, S. (2018). Keselamatan konstruksi untuk mencegah kecelakaan kerja pada pekerjaan perbaikan flare stack di PT. Pertamina RU V Balikpapan. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(2), 82-89.
- Sulardi, (2019), *Keselamatan alat angkat dan alat angkut*, penerbit nusa litera inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia.
- Sulardi, (2019), *Keselamatan dan kesehatan kerja industri pengolahan minyak (k3 kilang)*, Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia.
- Sulardi, (2019), Metode reposisi onstream pipa raw water dengan berbasis stress analysis, *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Islam Kalimantan, Banjarmasin.
- Sulardi, S., Simatupang, S. P., & Lukman, L. (2021). resetting verticality flare stack dengan pengaturan tegangan guy wire. *Info-Teknik*, 22(1), 117-126.
- UOP. (2014), *Callidus flares for the petrochemical and petroleum industry*, UOP Honey Well, USA.