

PROTEKSI PIPA BAWAH LAUT DENGAN METODE ARTICULATED CONCRETE BLOCK MATTRESSES

Sulardi

Sekolah Tinggi Teknologi Minyak dan Gas (STT Migas), Balikpapan

Jl. Soekarno - Hatta KM.8, Transad, Karang Joang Balikpapan 76126, Kalimantan Timur, Indonesia

**email : Sulardikm61@yahoo.com*

Abstract

One of the problems in the operation of pipelines for oil and gas through the sea is the damage and failure submarine pipe line (SPL). The purpose of this study is to provide an overview of the factors and causes of damage and failure of the submarine pipeline which results in the cessation of the supply of feed intake of crude oil to the oil refinery unit. The method used in this research is a application research with a case study approach to the handling of problems with damage and failure of submarine pipelines, how the replacement and how to protect it is most suitable and in accordance with applicable regulations. The results showed that the protection of submarine pipelines with articulated concrete block mattresses and immersion as deep as 2 meters had completed the regulatory aspects and were safe against the effects of collisions and dragged ship anchors. The results of this study also recommend that this protection method can be replicated to overcome similar problems in other work units.

Keywords : submarine pipe line, articulated concrete block mattresses.

1. PENDAHULUAN

Salah satu bagian yang tidak terpisahkan dari operasi teknik lepas pantai adalah instalasi pipa bawah laut (submarine pipe line). Pipa bawah laut adalah instalasi perpipaan untuk mengalirkan fluida (air, minyak, gas) melalui instalasi perpipaan yang ditempatkan didasar laut (seabed). Dengan menggunakan instalasi pipa bawah laut ini maka fluida dapat ditransfer dari satu tempat ke tempat lain, dari unit produksi ke unit produksi yang lain, dari unit penampungan ke unit proses, dan dari unit proses ditransfer ke unit penyimpanan. Intalasi pipa bawah laut juga digunakan untuk kegiatan suplai bahan baku minyak mentah (crude oil) dari pusat penimbunan crude oil (centralized crude oil) ke unit proses kilang pengolahan crude (crude distillation unit) seperti yang terjadi di lingkungan PT. Kilang Pertamina Balikpapan. Hal sejenis juga dilakukan jika pada saat lokasi bangun kilang terbatas, sedangkan area tangki timbun memerlukan lahan yang cukup luas untuk kepentingan aspek operasi dan aspek keselamatan proses.

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam operasi pipa bawah laut adalah potensi terjadinya kerusakan pipa bawah laut akibat bergeser dan tertekuk, pipa terbentur jangkar kapal, dan pipa terseret jangkar kapal sehingga rusak dan putus. Hal ini belajar dari pengalaman insiden terjadinya insiden rusak dan putusnya pipa bawah laut yang terjadi di Teluk Balikpapan yang mengakibatkan gangguan dan terhentinya suplai bahan baku crude oil dari terminal crude oil Lawe-lawe ke Kilang Pertamina Balikpapan (KMB). Kerusakan dan putusnya instalasi pipa bawah laut ini diduga akibat terseret oleh jangkar kapal yang berlabuh di area Teluk Balikpapan. Dengan terjadinya insiden tersebut berdampak kepada terpaparnya perairan dengan crude oil, kerugian (loss) akibat hilang dan terhentinya suplai crude oil, kesulitan perbaikan instalasi pipa bawah laut yang rusak, potensi flash dan kebakaran, dan potensi terpaparnya lingkungan dengan crude oil. Terhadap permasalahan tersebut telah dilakukan investigasi lebih lanjut untuk mengetahui faktor dan penyebab permasalahan dan metode penanganan permasalahan dengan baik dan tepat guna.

Penelitian ini adalah upaya tidak terpisahkan dalam percepatan penanganan permasalahan dengan solusi yang dianggap paling cocok, tepat dan sesuai sehingga permasalahan sejenis tidak terjadi lagi. Penelitian ini menjadi penting karena apabila tidak ditemukan solusi yang cocok, sesuai dan dapat dipalikhasikan maka permasalahan-permasalahan sebagaimana diuraikan diatas akan terus menjadi momok yang setiap saat dapat membahayakan lingkungan, membahayakan keselamatan dan sewaktu-waktu dapat terjadi paparan bocoran minyak diperairan diperairan. Secara regulasi telah ada tanda-tanda dan peringatan untuk seperti menara peringatan, rambu-rambu dan meletakkan pipa didasar laut. Namun upaya pencegahan tersebut dirasa belum maksimal karena terbukti masih terjadi kasus rusaknya instalasi pipa bawah laut dan untuk itu diperlukan upaya pencegahan guna melengkapi upaya pencegahan yang telah ada seperti dengan membenamkan dan memproteksi pipa bawah laut dengan material beton pelindung.

Perumusan Masalah

Terhadap permasalahan penelitian diatas dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut :

- a. Pipa bawah laut (submarine pipe line) adalah peralatan yang digunakan untuk mensuplai crude oil dengan debit aliran yang cukup besar dan dengan tekanan tinggi sehingga memungkinkan pipa bergeser dan berpindah dari posisinya ke permukaan dasar laut.
- b. Jika pipa bawah laut dibenamkan sampai dengan batas aman dan diproteksi dengan baik maka pipa bawah laut tidak ada bergeser atau berpindah dari posisinya ke permukaan dasar laut.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dengan kegiatan penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui faktor dan penyebab masalah terjadinya kerusakan pipa suplai crude oil bawah laut
- b. Memberikan gambaran cara mengatasi permasalahan dengan metode proteksi yang dianggap paling cocok, sesuai dan aman digunakan.

2. KAJIAN PUSTAKA

Instalasi pipa bawah laut perlu diproteksi atau diberi alat pelindung agar pipe line terlindungi dan tidak mengalami kerusakan akibat gangguan yang tidak terduga seperti jangkar kapal, bahan peledak dan gerakan air laut yang ekstrim. Beberapa metode proteksi pipa bawah laut diantaranya adalah metode trenching, metode anchoring, metode engineerin backfill, metode concrete armor cover dan menambah ketebalan pipa. Method trenching adalah sebuah parit yang dibuat agar pipeline dapat terlindungi oleh tanah dasar laut. Metode anchoring atau penjangkaran yang bertujuan sebagai penstabil pipa sehingga pipa tidak mudah goyang atau palingburuk dapat tertekuk akibat terkena beban gelombang. Metode engineering backfill yaitu dengan melindungi pipa menggunakan material-material seperti batualam, beton, ataupun batu-batu tertentu (graded rock) yang biasanya dengan caradisalurkan ke bawah air dengan selang atau pipa dari kapal. Metode concrete armor cover yaitu perlindungan pipa dengan menutupinya menggunakan matras beton yang sudah didesain sedemikian rupa untuk melindungi pipa. Dan metode penambahan ketebalan beton pelapis pipa, hal ini sangat jarang dilakukan karena biayanya sangat besar dan perlu kerja ulang.

Merujuk kepada hasil penelitian terkait instalasi pipa bawah laut yang telah dilakukan oleh B. Rachmat, C.Purwanto dan P. Raharjo (2011), potensi resiko penggelaran pipa bawah laut adalah tidak sesuai standard an aturan yang berlaku.

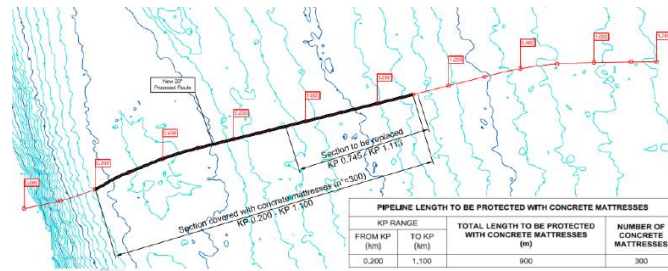
Beberapa potensi kegagalan struktur pipa migas bawah laut diantaranya adalah pipa tertimpa jangkar, terseret jangkar kapal, terjadi bentang bebas (freespan), kegagalan akibat lelah (fatigue), terjadi pembengkokan (buckling) dan terjadi pergeseran pipa secara vertikal dan lateral. Dan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ika Puspita Nuraini (2016), berdasarkan hasil perhitungan dengan kecepatan kapal 7-9 knot, besarnya gaya tarik jangkar mengakibatkan pengaruh pada saat kapal menarik adalah 1164,89 - 2323,71 kN. Dengan pemodelan ANSYS menggunakan bentang pipa 20,32-30,48 meter diketahui bahwa saat terseret jangkar kapal maka pipa bawah laut berada pada kondisi unacceptable risk.

Perbedaan penelitian ini dengan kedua penelitian dengan hasil penelitian sebagaimana diuraikan diatas terdapat perbedaan bahwa kedua penelitian diatas fokus pada potensi kerusakan structural pasangan pipa bawah laut yang sub standard akibat pemasangan dan kondisi unsafe condition pipa bawah laut akibat terseret jangkar. Sedangkan penelitian ini fokus pada metode proteksi pipa bawah laut dengan articulated concrete block mattresses (ACBM) dengan memperhatikan pemenuhan regulasi Peraturan Menteri Pertambangan dan energi (Permentamben) No. 300.K/38/M.PE/1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan RI. Nomor PM 129 tahun 2016. Dengan data dan fakta sebagaimana diuraikan diatas maka penelitian ini layak dilakukan dalam rangka menemukan jawaban atas pertanyaan dan dalam rangka metode yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Balikpapan, tepatnya dilingkungan daerah operasi PT. Kilang Pertamina Balikpapan (KPB), khususnya di area Teluk Balikpapan dimana terdapat lintasan pipa bawah laut (Submarine pipe line) untuk suplai bahan baku crude oil dan natural gas dari Terminal Lawe-lawe (Centralized crude oil) menuju ke kilang Pertamina Balikpapan (KPB).



Gambar. 1 Lokasi pemasangan pipa SPL Dia. 20 inch

Metode Pendekatan Masalah

Penelitian ini menggunakan metode penelitian aplikasi atau metode penelitian terpakai dengan metode pendekatan studi kasus. Metode penelitian ini aplikasi dalam mengatasi permasalahan kerusakan dan putusnya pipa bawah laut (SPL) diameter 20 inch. Fokus penelitian adalah metode proteksi pipa bawah laut dengan merujuk kepada regulasi Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 tentang keselamatan kerja pipa penyalur minyak dan gas bumi, ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan/ atau instalasi perairan, standar DNV GL-RP-F114 dengan mempertimbangkan ukuran jangkar dan kedalaman tanah dasar (seabed) dan sertifikat kelayakan penggunaan peralatan Nomor.412/PP/SKPP/18.03/DJM.T/2016 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi yang menyatakan bahwa instalasi SPL 20 inch Balikpapan-Penajam dalam kondisi layak dan memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan kerja sehingga dapat digunakan.

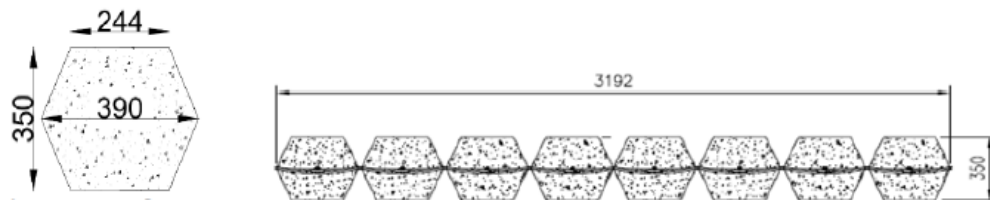
Rencana Kerja Penelitian

Tahapan penelitian dalam rangka menentukan solusi dan metode proteksi pipa bawah laut (SPL) 20 inch setelah dilakukan pemulihan (recovery) pipa yang putus dilakukan dengan (a) mengidentifikasi jenis dan berat kapal yang akan melintas diarea SPL terpasang serta berat jangkar yang digunakan (b) menentukan tingkat kerusakan SPL (c) rekomendasi solusi dan metode proteksi agar SPL tidak mengalami permasalahan sejenis (d) mengidentifikasi jarak jangkar dengan posisi SPL (e) menentukan titik-titik dan lokasi-lokasi SPL yang akan diproteksi. Dari beberapa alternative metode proteksi dipilih adalah membenamkan SPL sedalam 2 meter dibawah seabed dan memproteksi dengan perlindungan articulated concrete block mattresses (ACBM). Articulated concrete block mattress (ACBM) adalah blok beton buatan

berbentuk persegi empat yang dipasang secara teratur diatas pipa bawah laut (SPL) dan antara satu blok dengan blok beton yang lain dihubungkan dengan tali polypropylene. Metode proteksi ACBM) ini dipilih karena diyakini memproteksi LPS dari benturan dan tarikan jangkar kapal.

Material Penelitian

Spesifikasi material articulated concrete block mattresses (ACBM) yang digunakan pada penelitian sebagai alat proteksi pipa bawah laut (SPL) adalah (a) beton yang digunakan memiliki paparan XS2 sesuai dengan EN 206-1 dengan minimum kuat tekan C35/ 45 dan minimum kepadatan 2400 kg/m³ (b) kadar semen minimum 350 kg/m³ (c) toleransi terhadap ACBM adalah $\pm 5\%$ dan pipa SPL harus dilindungi 2.75 meter dikedua sisinya (d) tali polypropylene yang digunakan berdiamater tidak kurang dari 18 mm dan memiliki angka keamanan min. 7 (e) ACBM yang digunakan adalah produk Maccaferri dengan dimensi panjang ACBM 6,08 meter disetiap titik pemasangan ACBM.



Gambar. 2 Bentuk dan dimensi ACBM

Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah meliputi semua peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan inspeksi teknik, pekerjaan pengangkatan dan pemindahan pipa, pembedaan dan pemasangan proteksi ACBM yang meliputi :

- a. Ponton/ barge dengan crane angkat kapasitas. 15 ton
- b. Alat penggelaran pipa SPL
- c. Alat pemotong pipa dan alat pengelasan
- d. Alat pengelasan otomatis dan alat pengelasan bawah air
- e. Alat gali bawah laut, berupa clamp shell
- f. Alat pemeriksaan inspeksi dan alat monitor bawah air

- g. Alat kelengkapan dan keselamatan kerja bawah air
- h. Alat pelindung diri dan alat bantu pernafasan bawah air
- i. Alat komunikasi, alat pemberi isyarat dilaut dan alat isyarat bawah air lainnya
- j. Peralatan lain sesuai kebutuhan disite.

Metode Kerja

a. Persiapan

Dalam pekerjaan persiapan agar dipastikan bahwa :

- 1) Ijin kerja pergerakan kapal dan alat penggalian bawah laut
- 2) Ijin kerja dan job safety analysis pekerjaan logam, pengelasan dan pekerjaan bawah air
- 3) Lingkungan diatas perairan dalam, rawan tercebur dan tenggelam, dipersyaratkan semua pekerja bisa berenang dan selalu memakai life jacket
- 4) Bahan konsumsi, akomodasi dan transportasi material, peralatan dan pekerja
- 5) Tersedia obat-obatan anti mabuk dan P3K
- 6) Mematuhi penggunaan alat-alat keselamatan kerja dan alat pelindung diri.

b. Pemasangan instalasi pipa bawah laut (submarine pipe line)

Pekerjaan instalasi pipa bawah laut dalam kasus ini adalah penggantian pipa bawah laut yang mengalami kerusakan akibat terseret jangkar kapal dan dilakukan dengan metode lay barge :

- 1) Pemindahan pipa dari barge pengangkut menuju pipelay barge atau lay vessel.
- 2) Persiapan peralatan kerja pengelasan pipa berupa pre-heating, gerinda, dan pemolesan (buffing).
- 3) Setelah dilakukan buffing (buffle), kemudian pipa mulai di fit up atau dipaskan posisinya dengan pipa lain yang akan disambungkan dan dilakukan tig weld.
- 4) Dilakukan pengelasan otomatis dengan mesin las otomatis.
- 5) Dilakukan visual inspection dan pembersihan bekas-bekas pengelasan dan detail construction jika ada.
- 6) Inspeksi las lebih rinci dengan NDT (non destructive test) dan Radiographic test (RT) untuk memastikan tidak adanya cacat pada pengelasan
- 7) Join antar sambungan dipreparasi dan diproteksi terhadap korosi dengan coating dengan spesifikasi khusus

- 8) Setelah di-coating sempurna, dilakukan proses wrapping atau pembungkusan dengan HSS (heat shrink sleeve), agar dipastikan material HSS tersebut melekat dengan baik dan sempurna pada sambungan.
 - 9) Pemasangan sea sleeve atau pembungkus untuk nantinya diisi dengan lapisan foam injection agar sambungan lebih kuat.
 - 10) Pipa bawah laut diluncurkan meninggalkan barge melalui stinger dengan sudut tertentu agar tidak terjadi buckling
 - 11) Lokasi penggelaran pipa telah dilakukan penggalian sedalam 2 meter dari permukaan seabed dengan ukuran yang sesuai
 - 12) Pekerjaan penggelaran pipa bawah laut sesuai kedudukan dan proteksi pipa dengan ACBM.
- c. Pemasangan proteksi Articulated concrete block mattress (ACBM)
- 1) Siapkan material articulated concrete block mattresses (ACBM) dan material kelengkapannya, pastikan spesifikasi, bentuk dan dimensinya telah sesuai
 - 2) Siapkan peralatan kerja pemasangan ACBM, peralatan kerja bantu, alat-alat keselamatan kerja dan alat pelindung diri untuk pekerja tersedia dengan baik
 - 3) Siapkan pekerja pemasangan ACBM diatas kapal barge maupun pekerjaan bawah air, pastikan semua pekerja terkait kondisinya sehat dan layak untuk bekerja dilokasi lepas pantai
 - 4) Siapkan semua ijin kerja, sertifikat keahlian dan kecakapan pekerja, surat ijin operasi peralatan, job safety analysis, work permit, peralatan komunikasi dan ijin pergerakan kapal/ ponton barge ke lepas pantai
 - 5) Pемindahan material ACBM dan kelengkapannya, peralatan kerja dan perlengkapan lain dari barge pengangkut menuju ponton barge atau lay vessel
 - 6) Setting ACBM sesuai dimensi, konfigurasi, lakukan simulasi dan sosialisasikan metode pemasangan ACBM sesuai konfigurasi
 - 7) Angkat dan turunkan ACBM menutup pasangan pipa bawah laut sesuai tanda-tanda yang telah dipasang, Pastikan rangkaian ACBM digelar dengan sama lebar jaraknya dikedua sisi pipa bawah laut
 - 8) Pekerjaan item no. 7 dilakukan sampai seluruh rencana pemasangan ACBM diselesaikan dengan baik dan aman

- 9) Pastikan tanda-tanda letak pipa bawah laut kondisinya masih terpasang dengan baik, dapat mengapung dengan baik tiap jarak 30 meter, dapat dilihat dengan mudah dan tidak rusak.
 - 10) Lakukan penimbunan pipa bawah laut, termasuk ACBM dan pastikan tebal timbunan tidak kurang dari 2 meter
 - 11) Pasang tanda-tanda yang dapat mengapung dengan baik tiap jarak 30 meter, dapat dilihat dengan mudah dan tidak mudah rusak sebagai rambu-rambu dan tanda peringatan agar tidak ada kapal yang menurunkan jangkar diarea tersebut
- d. Tolok ukur keberhasilan metode kerja
- 1) Pekerjaan pemasangan pipa bawah laut dapat diselesaikan dengan baik dan aman
 - 2) Pekerjaan proteksi pipa bawah laut dengan metode Articulated concrete block mattress (ACBM) dapat diselesaikan dengan baik dan aman
 - 3) Pipa bawah laut (submarine pipe line) dapat berfungsi dengan baik dan aman, tidak ada indikasi bocoran dan tidak ada indikasi buckling
 - 4) Tidak terjadi kecelakaan kerja (zero incident).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Hasil investigasi menunjukkan bahwa rusak dan putusnya pipa bawah laut adalah karena faktor orang, yakni kegagalan dalam komunikasi. Penyebabnya adalah tidak samanya bahasa yang digunakan dalam komunikasi, yakni adanya petunjuk dalam Bahasa Inggris dan dijawab dalam Bahasa China yang mengakibatkan kesalahan dalam pengambilan tindakan, yakni kesalahan menurunkan jangkar kapal hingga membentur dan menyeret pipa bawah laut. Rusak dan putusnya pipa bawah laut terindikasi dengan oleh gaya tarik dengan tonase yang besar. Hal ini didukung dengan fakta hasil investigasi komite keselamatan transportasi (KNKT) yang menunjukkan telah terjadi tekukan dan putusnya pipa akibat beban tarik yang melebihi batas yield material pipa bawah laut sehingga pipa rusak dan putus. Terhadap kejadian rusak dan terputusnya pipa bawah laut suplai crude oil tersebut telah dilakukan penggantian terhadap pipa yang rusak putus dengan dimensi dan spesifikasi sejenis serta dengan konfigurasi pemasangan menyesuaikan regulasi yang berlaku yakni Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997, ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan

dan atau instalasi perairan, serta standar DNV GL-RP-F114. Berdasarkan hasil investigasi dan atas dasar pemenuhan ketentuan regulasi yang berlaku maka dipilih metode proteksi pipa bawah laut yang dianggap paling cocok dan paling sesuai digunakan adalah dengan membenamkan kedalam seabed sedalam 2 meter dibawah permukaan seabed, memproteksi pipa bawah laut dengan articulated concrete block mattresses (ACBM).

Pembahasan

Instalasi pipa bawah laut (submarine pipeline) dari Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan berlokasi di Teluk Balikpapan adalah jalur lintasan jalur pelayaran kapal-kapal laut yang cukup padat dan sibuk karena terdapat beberapa dermaga tambat di kawasan Teluk Balikpapan diantaranya adalah dermaga pelabuhan Semayang, dermaga/jetty PT. Kilang Pertamina Balikpapan, dermaga Kampung Baru, dermaga penajam dan dermaga Kariangau. Selain itu juga terdapat dermaga dan pelabuhan yang dikelola oleh pihak swasta seperti PT. Chevron, PT. Petrosea offshore supply base dan PT. Galangan Kapal Balikpapan. Kerusakan pipa suplai crude oil bawah laut Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan di Teluk Balikpapan, berdasarkan hasil keterangan resmi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) adalah akibat terbentur dan terseret jangkar kapal. Faktor penyebab adalah faktor manusia, dengan penyebab masalah adalah kegagalan nahkoda kapal dalam berkomunikasi. Kegagalan komunikasi ini adalah adanya perbedaan Bahasa yang digunakan dan tidak digunakannya satu bahasa komunikasi yang sama. Kasusny adalah petugas pemandu kapal berkomunikasi dalam bahasa internasional yakni Bahasa Inggris, sedangkan nahkoda berkomunikasi dalam Bahasa China. Ketika pemandu kapal pemandu kapal mengarahkan untuk menurunkan jangkar 1 meter, nahkoda kapal memerintahkan menurunkan jangka sedalam 27 meter sehingga membentur dan menyeret pipa bawah laut (SPL) milik PT. Kilang Pertamina Balikpapan.

Instalasi pipa suplai bahan baku crude oil diameter 20 inch Penajam-Kilang Pertamina Balikpapan dibangun pada tahun 1997 dengan mengikuti ketentuan dan regulasi Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Nomor 300.K/38/M.PE/1997 tentang keselamatan kerja pipa penyalur minyak dan gas bumi, yakni digelar diatas permukaan tanah dasar (seabed) Teluk Balikpapan dan dipasang tower menara pengawas disisi luar posisi pipa, baik di pantai Penajam maupun di panti Kilang

Pertamina Balikpapan. Pipa bawah laut ini digelar pada kedalaman 13-17 meter dibawah permukaan air laut dan telah memenuhi persyaratan Kepmentamben No.300.K/38/M.PE/1997. Terdapat perbedaan dengan ketentuan Menteri Perhubungan Nomor PM 129 Tahun 2016 tentang alur pelayaran dilaut dan bangunan dan/ atau instalasi perairan yang mengharuskan instalasi pipa bawah laut berada pada kedalaman 20 meter dan dibenamkan sedalam 2 meter dibawah tanah dasar (seabed). Dalam hal ini PT. Kilang Pertamina Balikpapan telah memenuhi ketentuan regulasi dengan adanya sertifikat kelayakan penggunaan peralatan Nomor.412/PP/SKPP/18.03/DJM.T/2016 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi yang menyatakan bahwa instalasi SPL 20 inch Balikpapan-Penajam dalam kondisi layak dan memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan kerja sehingga dapat digunakan. Upaya PT. Kilang Pertamina Balikpapan mencegah agar kejadian sejenis tidak terulang dilakukan dengan membenamkan pipa bawah laut dan memproteksi pipa suplai crude oil bawah laut (SPL) diameter 20 inch dengan metode proteksi articulated concrete block mattress.

Analisis terhadap jenis kapal dan berat jangkar kapal yang digunakan diketahui bahwa kapal-kapal yang melintas diatas alur pipa suplai crude oil bawah laut adalah kapal craft vessel type dengan tonase 80 ton dan berat jangkar 1 ton, kapal general vessel type dengan tonase 20.000 ton dan berat jangkar 5 ton, dan kapal tanker dengan tonas 40.000 ton dan berat jangkar 10 ton. Hasil analisis terhadap pengaruh posisi jangkar kapal terhadap pipa bawah menunjukkan, jangka akan turun kedalam tanah dasar sampai kedalaman 1.0-1.50 meter dibawah permukaan seabed sehingga jangkar tidak mencapai pipa bawah laut setelah dibenamkan sedalam 2.0 meter dibawah seabed.

Hasil analisis disain ACBM yang digunakan sebagai proteksi SPL 20 inch yang telah dilakukan pemulihan adalah mutu beton K-550 kg/cm², required density 2400 kg/m³, water content 0.29, bulk SSD specific gravity of cement type II Holcim 3.05, bulk SSD specific gravity of fine aggregate 2.58, bulk SSD of coarse aggregate 2.74, specific gravity of glenium SKY 8851 (0.95%) 1.20, air 170 liter, cement 590 kg, fine aggregate 612 kg, coarse agregat 1042 kg, glenium 11.8 kg, final density concrete 2425 kg/m³, total volume ACBM 4296 m³, total berat ACBM 10.423 ton dan kapasitas ikat tali polypropylene diameter 20 mm adalah 5.558 kg untuk bagian bawah dan tali polypropylene diameter 24 mm dibagian atas adalah 7.886 kg.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari uraian hasil penelitian dan pembahasan terhadap hasil penelitian dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Faktor penyebab permasalahan adalah faktor orang, yaitu kegagalan komunikasi diantara orang-orang yang terlibat didalam penjangkaran kapal
- b. Upaya mengatasi permasalahan sejenis adalah dengan memasang pipa bawah laut (SPL) sedalam 2 meter dibawah dasar laut, memasang pelindung berupa articulated concrete block mattresses (ACBM) dan menimbun sedalam 2 meter.

Dari uraian hasil penelitian, pembahasan dan kesimpulan disarankan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Nahkoda dan awak kapal yang akan bersandar dikawasan Teluk Balikpapan memiliki kemampuan komunikasi dalam bahasa internasional (bahasa Inggris)
- b. Proteksi pipa bawah laut (SPL) dengan metode pembedaan dan pemasangan articulated concrete block mattresses (ACBM) merujuk kepada regulasi standar yang berlaku dan mempertimbangkan dampak benturan dan tarikan jangkar kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- API RP 1111, 1999, Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipeline (Limit State Design), American Petroleum Intitute
- B. Rachmat, C. Purwanto, P. Raharjo, 2011, Kajian Identifikasi Infrastruktur Jaringan Pipa Migas Bawah Laut di Perairan Sebelah Utara Provinsi Banten, Jurnal Geologi Kelautan Volume 9, No. 2, Agustus 2011
- Cindy Dianita, Tatyana Vladimirovna Dmitrieva, 2016, A Comparison of American, Norwegian, and Rusian Standards in Calculating the Wall Thickness of Submarine Pipeline, Makara J. Technol. 20/1 (2016), 45-48, DOI : 10.7454/mst.v20i1.3055
- DNV GL RP-F114, 2017, Pipe Soil Interaction for Submarine, DNV GL AS
- DNV GL RP-F107, 2017, Risk Assessment of Pipe Line Protection, DNV GL AS
- Ika Puspita Nuraini, 2016, Analisis Resiko Pipa Bawah laut Akibat Tarikan Jangkar Dengan Metode Monte Carlo, Studi Kasus Jaringan Pipa Bawah Laut Tunu Field, Blok Mahakam Kalimantan Timur, Tugas Akhir Prodi Teknik Kelautan ITS, Surabaya

Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.300.K/38/M.PE/1997, 1997,
Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi, Departemen
Pertambangan dan Eneгри

Maccaferi, 2013, Articulated Concrete Block Matress (ACBM, Bologna Meccaferi

Maria Gabriela Gaeta, A Lamberti, M Mongiorgi, 2012, Articulated concrete block
mattresses (ACBM) for Submarine Pipeline Protection and Stabilization: a
Physical Model Study in a Wave Flume, MWWD & IEMES

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 129 Tahun 2016, Tentang
Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/ atau Instalasi Perairan.

Halaman sengaja dikosongkan