

KAJIAN IDENTIFIKASI INFRASTRUKTUR JARINGAN PIPA MIGAS BAWAH LAUT DI PERAIRAN SEBELAH UTARA PROVINSI BANTEN

Oleh :

B. Rachmat, C. Purwanto dan P. Raharjo

Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jl. Dr. Junjungan 236 Bandung

Diterima : 11-01-2011; Disetujui : 31-06-2011

SARI

Keberadaan fasilitas infrastruktur pipa migas bawah laut di perairan utara Banten berkembang cukup pesat seiring dengan berkembangnya kegiatan industri yang berada di kawasan Propinsi Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat. Mengingat kondisi lingkungan di sekitar perairan utara Banten cukup kompleks, seperti adanya jalur sesar/patahan, seismisitas kegempaan yang cukup aktif, morfologi dasar laut yang tidak rata, keberadaan jaringan kabel bawah laut, kondisi hidrooseanografi yang cukup dinamis, kegiatan pelayaran yang sangat padat dan adanya kegiatan nelayan, menyebabkan potensi resiko untuk terjadinya kegagalan struktur pada jaringan pipa yang digelar di perairan utara Banten cukup besar. Potensi resiko lainnya adalah terkait dengan penggelaran pipa yang tidak sesuai dengan aturan standar dan aturan perundangan yang berlaku. Pipa-pipa ini perlu ditertibkan karena posisi pipa-pipa ini sangat rawan untuk terjadinya kegagalan struktur. Beberapa potensi kegagalan struktur pada pipa migas bawah laut di perairan ini yang mungkin terjadi diantaranya adalah pipa tertimpa jangkar kapal, terseret jangkar kapal, terjadi bentang bebas (*freespan*), kegagalan akibat lelah (*fatigue*) terjadi pembengkokan (*buckling*) dan terjadi pergeseran posisi pipa baik lateral maupun vertikal. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengawasan terhadap keberadaan pipa migas bawah laut ini yang sesuai dengan aturan standar dan aturan perundangan yang berlaku.

Kata kunci : jaringan, pipa, infrastruktur, aturan, penggelaran

ABSTRACT

The existence of gas pipeline on the sea bottom in the waters north of Banten has been developed rapidly in the course of the development activities located in the Provinces of Banten, Jakarta and West Java. The environmental conditions in waters around the northern Jakarta are quite complex, such as the presence of fault zone, active seismicity, the morphology of the seabed is not flat, existence of submarine cable network, hydro-oceanography dynamic, highly dense shipping activity and the presence of fishing activity. These will cause the high potential risk for the occurrence of structural failure in the pipeline that was held in the waters north of Banten. Another potential risk is associated with the pipeline deployment that is not in accordance with standard rules and regulations. These pipes need to be organized the right position because they are very prone to the structural failure. Some of the potential failure of the structure on oil and gas pipelines under the sea that may occur include crushed pipe anchor, dragged anchors, free spans, failure due to fatigue occurred by bending and shifting in the position of the pipes either laterally or

vertically. Therefore it is necessary for controlling the existence of oil and gas pipelines under the sea in accordance with standard rules and regulations.

Keywords: networks, pipelines, infrastructure, rules, deploying

PENDAHULUAN

Jaringan Pipa Migas di Perairan Utara Banten

Perkembangan keberadaan fasilitas infrastruktur migas di perairan utara banten berkembang cukup pesat, seiring dengan berkembangnya berbagai kegiatan industri di kawasan Propinsi Banten, DKI Jakarta dan Jawa Barat. Beberapa fasilitas infrastruktur migas yang terdapat di lokasi perairan ini adalah jaringan pipa transmisi minyak dan gas bawah laut, sumur pemboran dan anjungan migas lepas pantai. Mengacu pada lampiran Keputusan Menteri ESDM No. 225 K/11/MEM/2010 tentang Rencana Induk Jaringan Transmisi dan Distribusi Gas Bumi Nasional Tahun 2010 - 2025 di wilayah perairan ini terdapat beberapa fasilitas jaringan pipa migas bawah laut seperti terlihat pada Gambar 1, yaitu :

- Jaringan pipa transmisi gas antara Labuan Maringgai – Muarabekasi. Jaringan pipa transmisi ini melewati perairan di sebelah timur Sumatra Selatan dan perairan sebelah utara Banten. Panjang pipa yang melalui perairan sepanjang kurang lebih 156 km, pipa transmisi ini digunakan untuk memasok kebutuhan bahan bakar gas untuk industri yang berada di sekitar Bekasi, Jakarta dan Jawa Barat.
- Jaringan pipa transmisi gas antara Labuan Maringgai – Bojonegara. Jaringan pipa transmisi terletak sejajar dengan jaringan pipa Labuan Maringgai – Muarabekasi dengan panjang pipa yang melalui laut sepanjang kurang lebih 100 km, pipa transmisi ini digunakan untuk memasok kebutuhan bahan bakar gas untuk industri yang berada di kawasan Banten dan Jakarta.
- Rencana jaringan pipa transmisi gas SSWJ (South Sumatera – West Java), jaringan pipa ini direncanakan digelar disebelah barat jaringan pipa Labuan Maringgai – Bojonegara dan dalam posisi sejajar dengan jaringan pipa tersebut. Panjang pipa transmisi yang melalui laut direncanakan sepanjang 69 km, pipa transmisi ini

direncanakan untuk memasok kebutuhan bahan bakar gas PLTGN Suralaya.

- Jaringan pipa hulu di sekitar lokasi lapangan migas. Jaringan pipa hulu ini digelar di lokasi pemboran migas lepas pantai berfungsi untuk mengalirkan minyak/gas antar anjungan, dari anjungan ke kapal tanker dan dari anjungan minyak dan gas lepas pantai ke daratan.

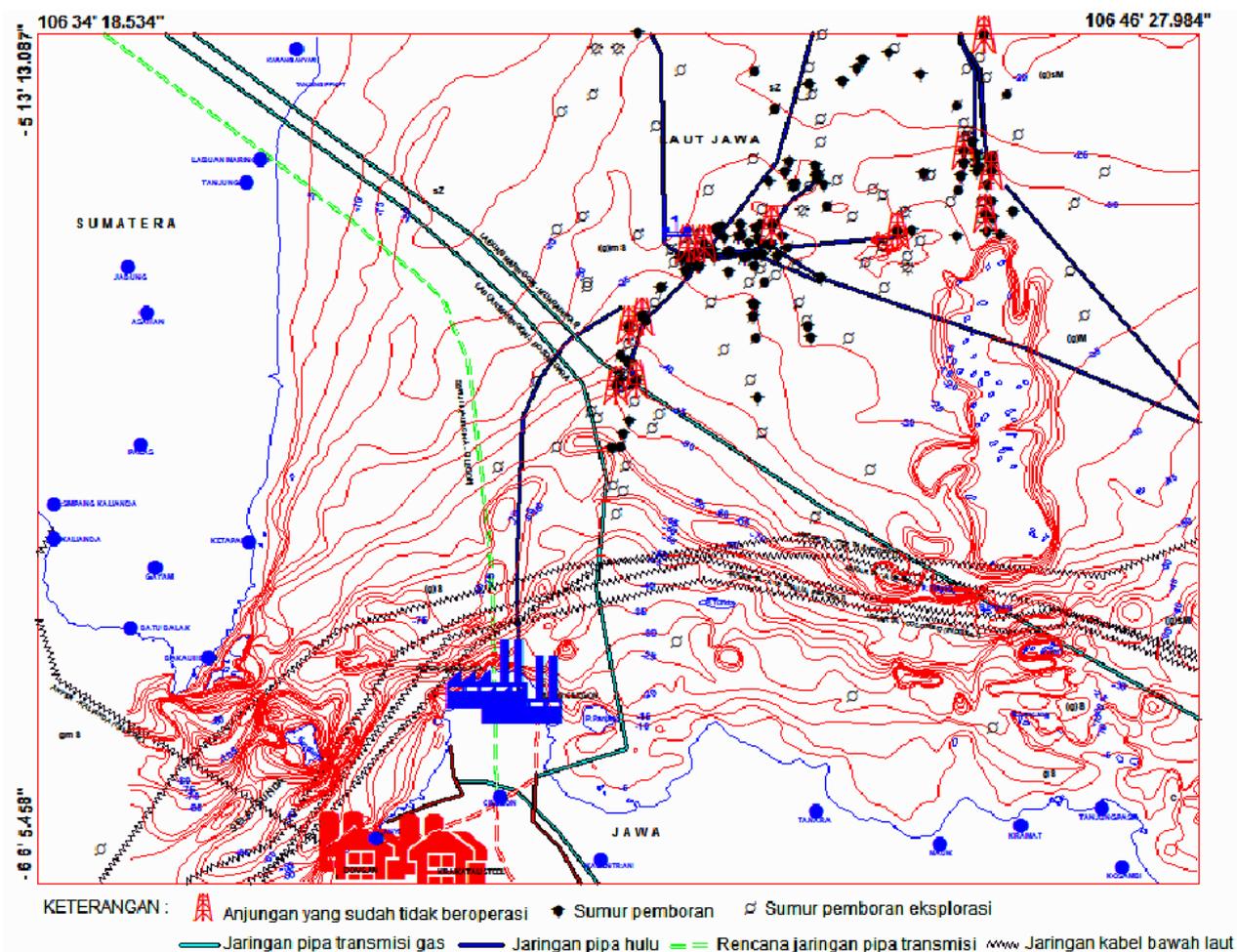
Permasalahan Jaringan Pipa Migas di Perairan Utara Banten

Beberapa permasalahan teknis pada jaringan pipa bawah laut muncul terutama terkait dengan kondisi alam dan buatan, seperti kondisi geologi yang berhubungan dengan jalur pipa yang memotong patahan/sesar, kondisi kegempaan, morfologi dasar laut yang tidak rata (berundulasi), sebaran sedimen permukaan dasar laut, keberadaan infrastruktur jaringan kabel bawah laut di sekitar lokasi penggelaran pipa yang bersilangan dengan jalur pipa, kondisi arus dan gelombang yang cukup besar, kegiatan pelayaran, kegiatan nelayan dan penggelaran pipa yang tidak sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku. Aspek-aspek ini akan berpengaruh secara langsung terhadap stabilitas pipa di dasar laut, terutama terhadap kemungkinan terjadinya bentang bebas pada pipa (*freespan*) (Gambar 2 dan Foto 1), gerakan mendatar dan vertikal, kegagalan akibat lelah (*fatigue*), dan pembengkokan pipa (*buckling*) (Gambar 3). Terganggunya stabilitas pipa di dasar laut akan berpengaruh secara langsung ataupun tidak langsung terhadap terjadinya kegagalan struktur pada jaringan pipa.

KONDISI LINGKUNGAN DI WILAYAH PERAIRAN UTARA BANTEN

Kondisi Geologi Regional Perairan Utara Banten

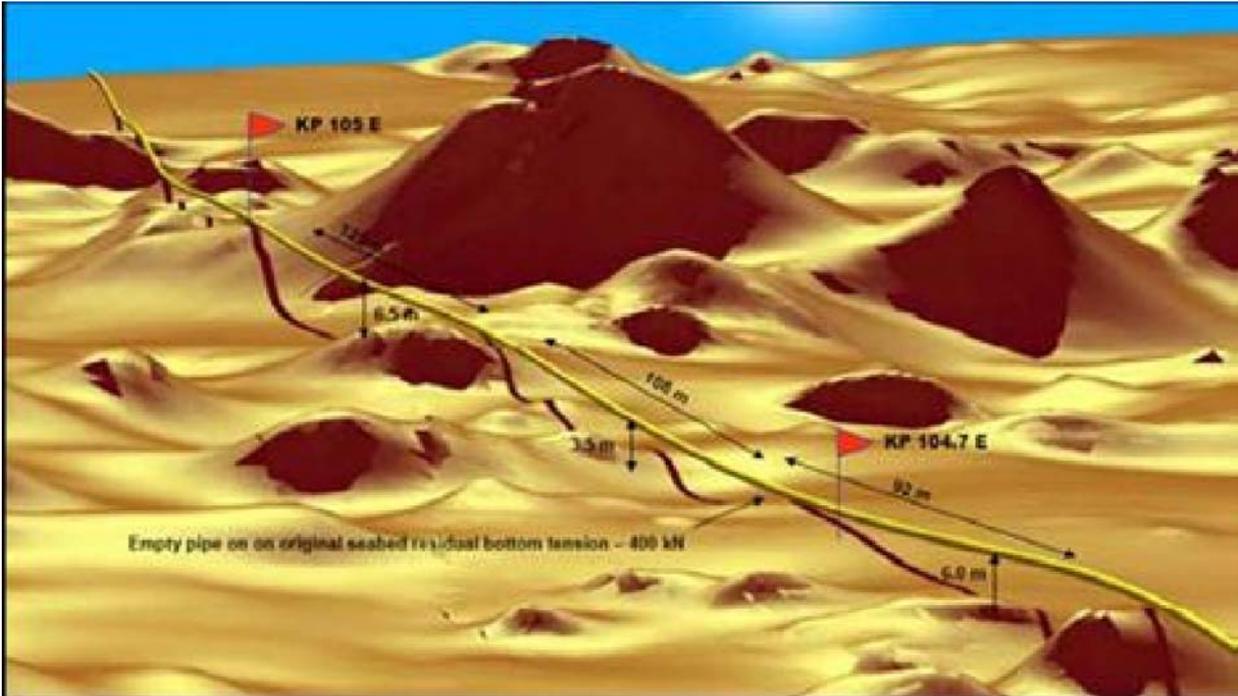
Wilayah perairan utara Banten jika dilihat dari struktur geologi yang berkembang termasuk kedalam daerah rawan getaran tanah dan pergerakan tanah. Kondisi ini diperlihatkan dengan banyaknya jalur sesar/patahan yang berarah relatif baratdaya –



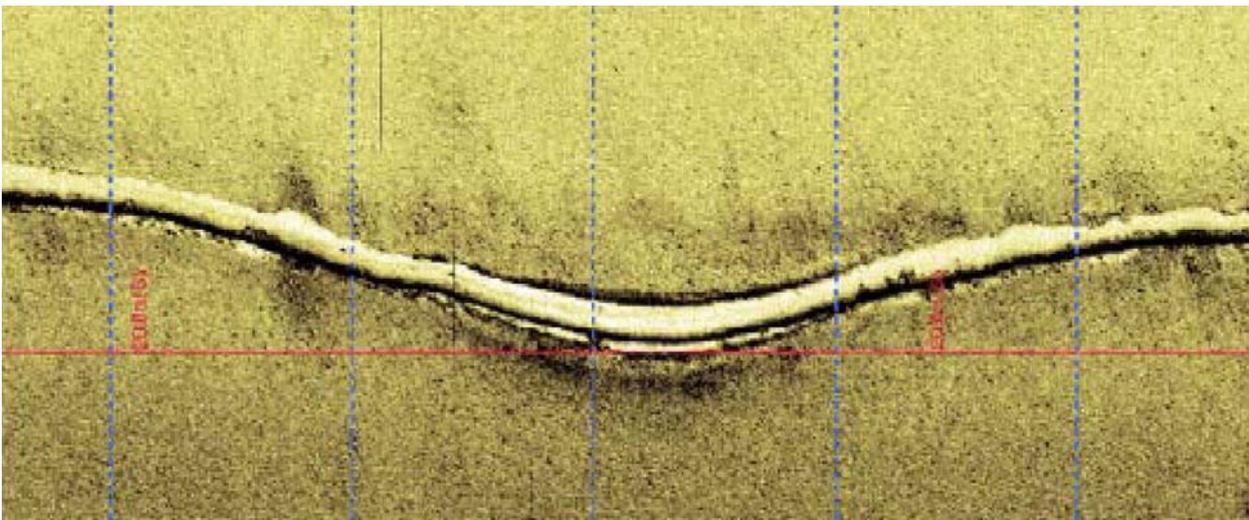
Gambar 1. Peta fasilitas jaringan pipa migas bawah laut di wilayah perairan utara Banten (Lampiran Kepmen ESDM No. 225 K/11/MEM/2010 dan Rachmat dkk., 2010)



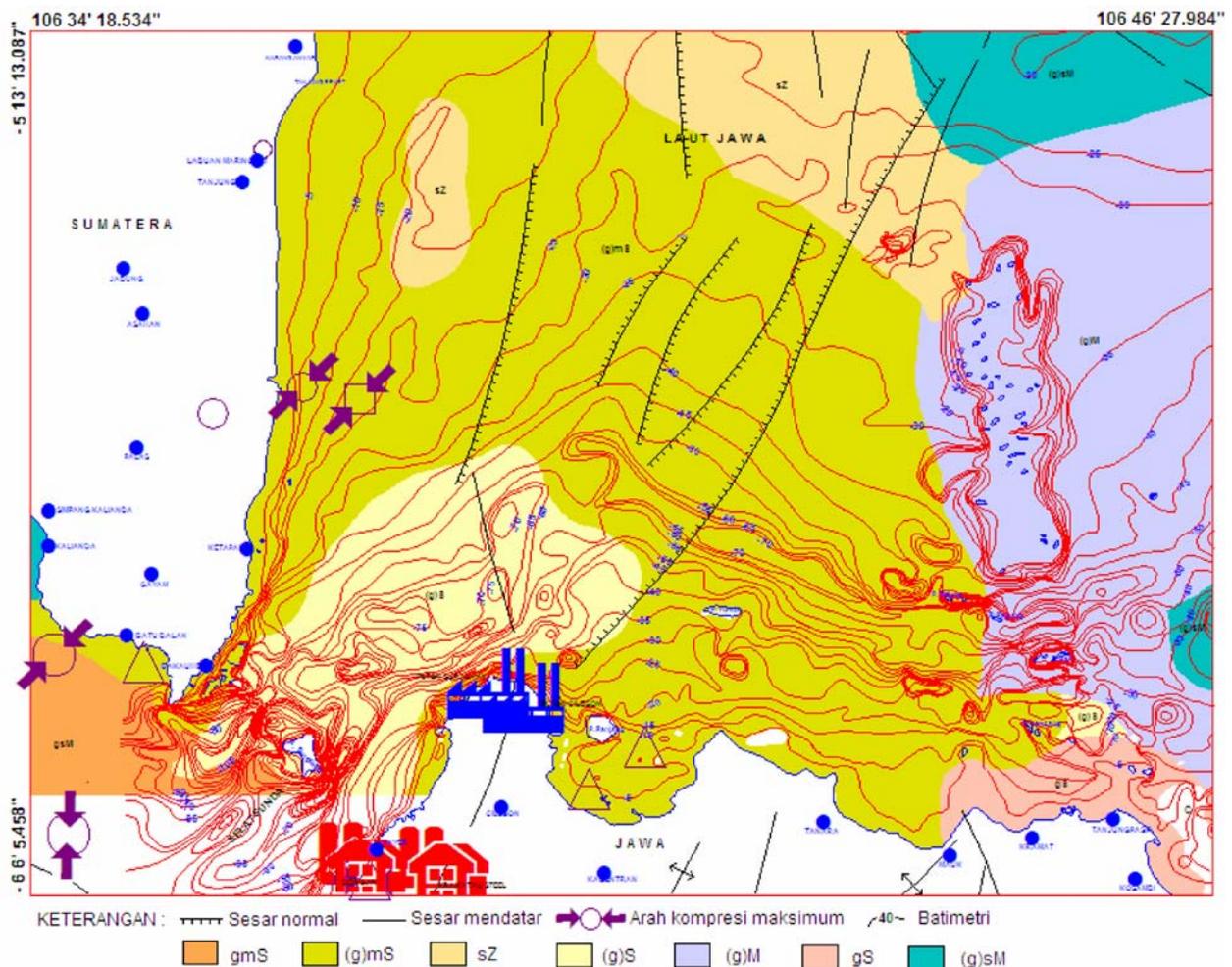
Foto 1. Persilangan antar pipa yang menjadi salah satu penyebab terjadinya freespa, (www.egypt.spe.org)



Gambar 2. Kondisi dasar laut yang berundulasi menjadi salah satu penyebab pipa bawah laut mengalami freespan (Moxnes, 2005)



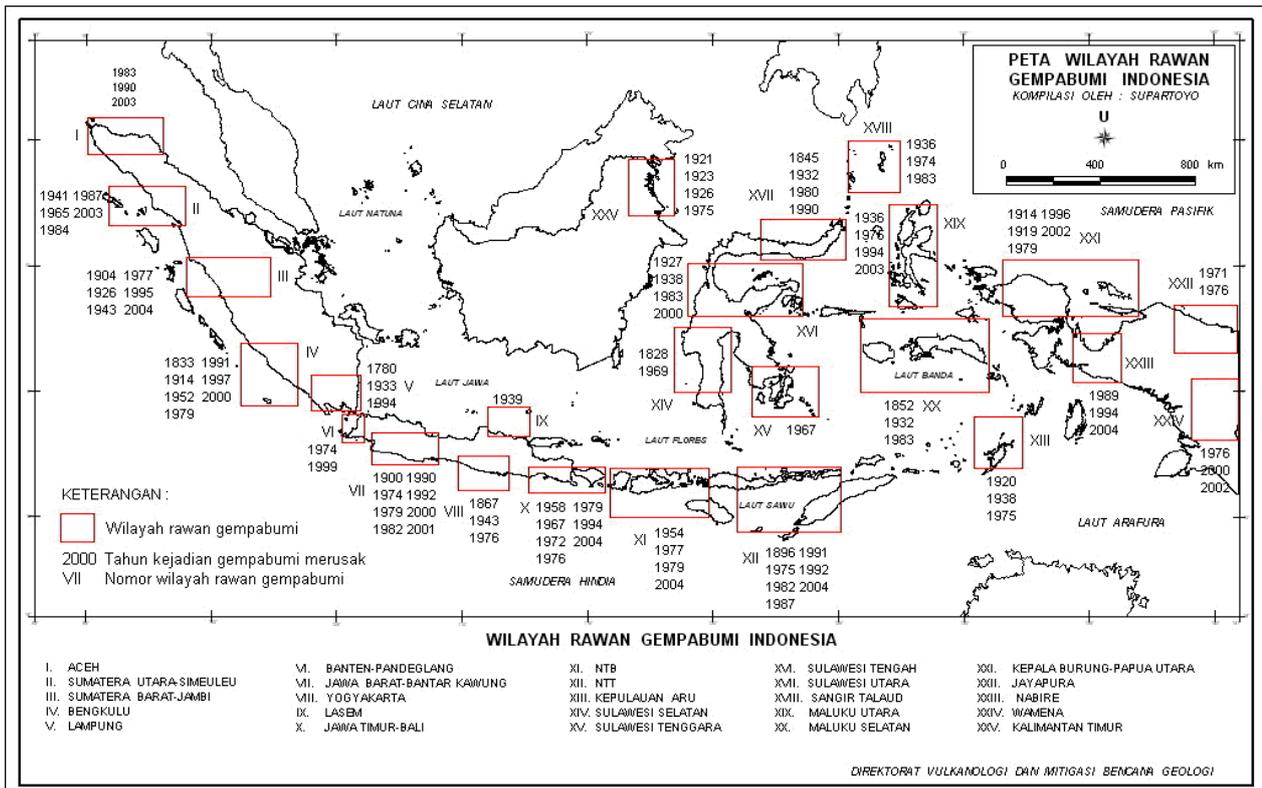
Gambar 3. Pipa yang mengalami lateral buckling (Hariman, 2008)



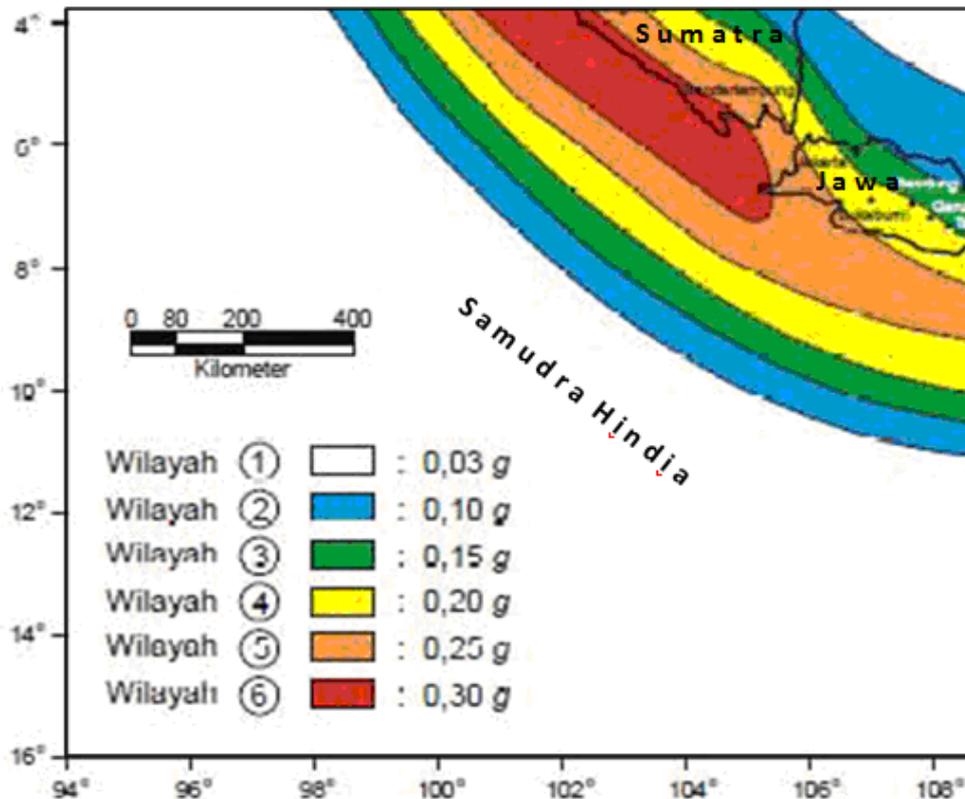
Gambar 4. Kondisi geologi, morfologi dasar laut, sebaran sedimen permukaan dasar laut di wilayah perairan utara Banten (Rachmat dkk., 2010). Keterangan simbol sedimen pada gambar di atas gmS: pasir lumpuran kerikilan; (g)mS: pasir lumpuran sedikit kerikilan; sZ: lanau pasiran; (g)S: pasir sedikit kerikilan; (g)M: lumpur sedikit kerikilan; gS: pasir kerikilan; (g)sM: lumpur pasiran sedikit kerikilan.

timurlaut dan berarah utara – selatan (Gambar 4). Sebagian besar struktur sesarnya adalah sesar normal, sehingga di daerah ini termasuk daerah yang rawan terjadi penurunan muka tanah (*subsidence*). Dari Peta Pusat Gempa Bumi dan Arah Kompresi Maksimum Perairan Selat Sunda dan Sekitarnya yang disusun oleh Yudicara, dkk. (1999), di lokasi ini telah beberapa kali terjadi gempa dengan magnitudo antara 5 – 6. Sedangkan dari Peta Wilayah Rawan Gempa Bumi di Indonesia (Gambar 5) yang diterbitkan oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Bandung tahun 2004 di sekitar Sumatra Selatan dan Selat Sunda telah beberapa kali terjadi gempa besar, yaitu tahun 1780, 1933, 1994 (di Sumatra Selatan) dan tahun 1974, 1999 (di Selat Sunda).

Kemungkinan adanya getaran tanah dan pergerakan tanah baik secara lateral maupun vertikal di lokasi kajian didukung pula oleh data nilai *Peak Ground Acceleration* (PGA) yang dihitung berdasarkan periode ulang gempa 500 tahun (SNI Gempa 03-1726-2002, Badan Standardisasi Nasional, 2002), dimana lokasi perairan utara Banten termasuk kedalam wilayah 3 dan 4 dengan nilai PGA antara 0.15g – 0.2g (Gambar 6). Ini artinya di lokasi perairan utara Banten masih ada kemungkinan terjadinya pergerakan tanah akibat gempa walaupun relatif kecil.



Gambar 5. Peta Wilayah Rawan Gempa Bumi di Indonesia (PVMBG, 2004)



Gambar 6. Wilayah gempa dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun (Berdasarkan SNI Gempa 03-1726-2002) wilayah Sumatra Selatan dan Jawa Barat (Badan Standardisasi Nasional, 2002)

Kondisi Morfologi Dasar Laut Dan Sebaran Sedimen Permukaan Dasar Laut Di Perairan Utara Banten

Kedalaman laut di sekitar perairan utara Banten berkisar antara kedalaman 5 m sampai kedalaman 120 m. Bentuk morfologi dasar lautnya juga memperlihatkan adanya variasi, yaitu morfologi landai, morfologi bergelombang, morfologi bergelombang-terjal dan curam. Perairan dengan morfologi landai terdapat di perairan sebelah timur Sumatra dan perairan sebelah utara Banten. Di perairan sebelah timur Sumatra kemiringan morfologi berarah barat-laut-tenggara, sedangkan di perairan sebelah utara Banten kemiringan morfologi dasar lautnya berarah utara-selatan, kemiringan kedua morfologi ini bertemu di kedalaman 60 – 70 m, sehingga membentuk suatu alur bawah laut yang memanjang ke arah baratdaya dan ke arah timur-tenggara. Alur yang menuju arah baratdaya bergabung dengan alur yang berada di Selat Sunda, sedangkan alur yang menuju timur-tenggara bergabung dengan alur yang menuju Laut Jawa. Perairan dengan morfologi bergelombang (Gambar 7) terdapat di perairan sebelah utara dan timur, yaitu perairan disekitar pulau-pulau karang dan Kepulauan Seribu. Sedangkan perairan di sekitar Selat Sunda termasuk kedalam perairan yang morfologinya terjal dan curam. Gambar 8 memperlihatkan gambaran morfologi dasar laut di sekitar perairan utara Banten.

Sebaran sedimen dasar laut di kedua zona ini rata-rata didominasi sedimen pasir lumpuran sedikit kerikilan ((g)mS), lanau pasiran (sZ), pasir sedikit kerikilan ((g)S), lumpur sedikit kerikilan ((g)M) dan lumpur pasiran sedikit kerikilan (g)sM. Disisi lain perairan ini adalah merupakan perairan transisi antara perairan Laut Jawa dan Samudra Hindia, oleh karena itu kondisi arus, gelombang dan pasang surut berkembang cukup dinamis setiap bulannya. Data pasang surut dari hasil penelitian terdahulu di zona ini menunjukkan harga tunggang air saat pasang maksimum dan surut minimum adalah sekitar 1.06 m (Kurnio, dkk., 1989), kecepatan arus maksimum di Laut Jawa bagian barat adalah sekitar 1.1 knot (0.5 – 0.6 m/s) (Dishidros, 2008) dan tinggi gelombang maksimum 4,0 m (BMKG, 2009).

METODOLOGI

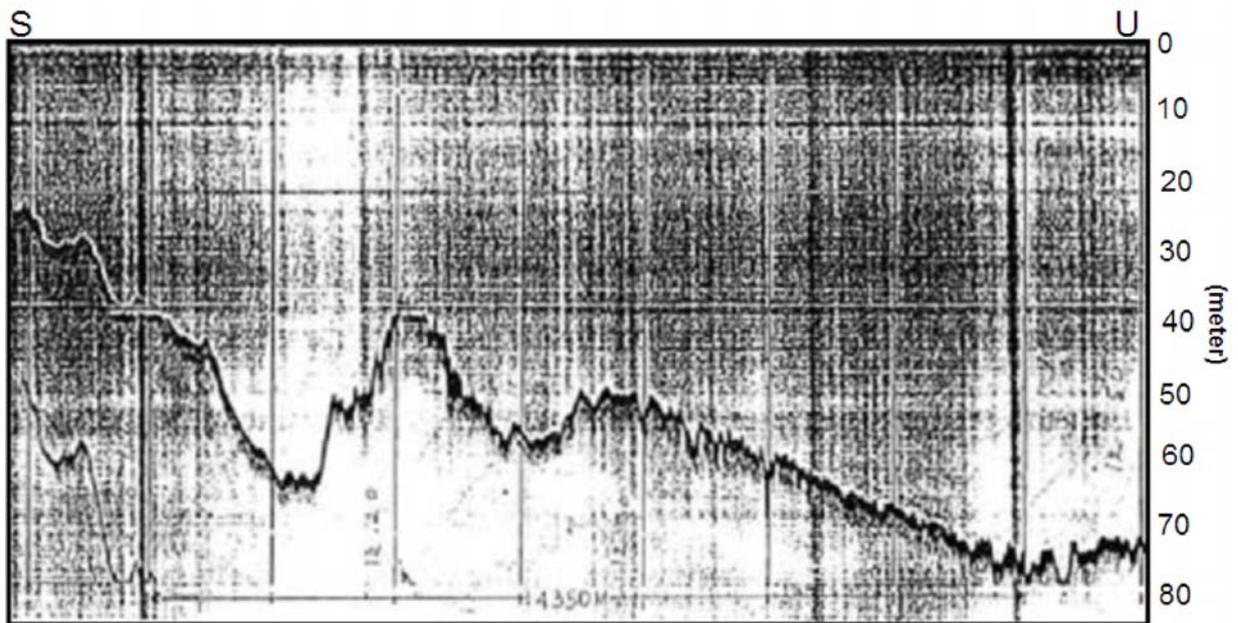
Metode yang digunakan dalam kajian ini dimulai dengan proses pengumpulan data sekunder yang terdiri dari data jaringan pipa migas yang ada di wilayah perairan utara Banten, peta batimetri, peta jaringan kabel, peta sebaran sedimen permukaan dasar laut, peta geologi dan peta seismisitas kegempaan di sekitar area jaringan pipa, peta jalur pelayaran dan data kondisi hidroosenografi. Selanjutnya data dan informasi tersebut diintegrasikan dengan bantuan perangkat Sistem Informasi Geografis (GIS). Tujuan dari pengintegrasian data tersebut adalah untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang kedudukan jaringan pipa bawah laut terhadap kondisi stabilitas tanah/batuan di dasar laut dimana pipa itu digelar dan mengidentifikasi beberapa permasalahan pada pipa yang mungkin timbul terutama terkait dengan adanya bahaya geologi, adanya perubahan morfologi dasar laut yang cukup signifikan, erosi oleh arus dan gelombang, tertimpa jangkar kapal dan terkena dampak dari adanya infrastruktur kabel bawah laut.

ANALISIS

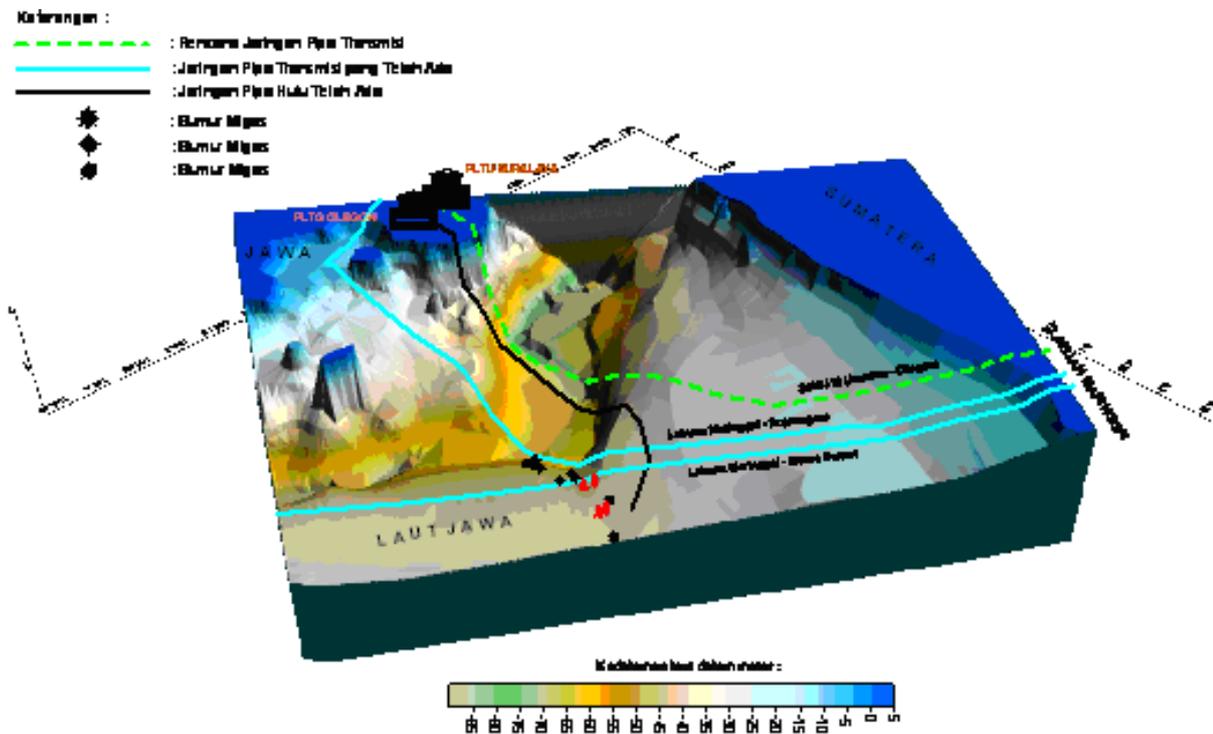
Identifikasi Faktor Penyebab Kegagalan Struktur pada Pipa Migas di Perairan Utara Banten

Berdasarkan hasil integrasi dari data kondisi geologi regional, data kegempaan, data batimetri, data sebaran sedimen permukaan dasar laut, data jaringan kabel bawah laut dengan data jaringan pipa migas di daerah perairan utara Banten seperti terlihat pada Gambar 9, terlihat hampir sebagian besar lokasi penggelaran pipa migas bawah laut terletak pada daerah sekitar jalur sesar/patahan. Disisi lain kondisi morfologi dasar laut di perairan ini cukup berundulasi terutama di sekitar perairan Kepulauan Seribu, ditambah lagi beberapa jalur pipa saling bersilangan dengan jalur pipa lainnya dan fasilitas jaringan kabel bawah laut yang tersebar di sekitar perairan ini.

Permasalahan lainnya adalah masalah aturan penggelaran pipa, dimana masih ada jaringan pipa bawah laut yang digelar tidak sesuai dengan ketentuan perundangan yang berlaku. Penggelaran pipa migas bawah laut telah diatur dalam Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 300 K/38/M.pe/



Gambar 7. Morfologi dasar laut bergelombang di perairan sebelah utara Banten (Kurnio dkk., 1989)



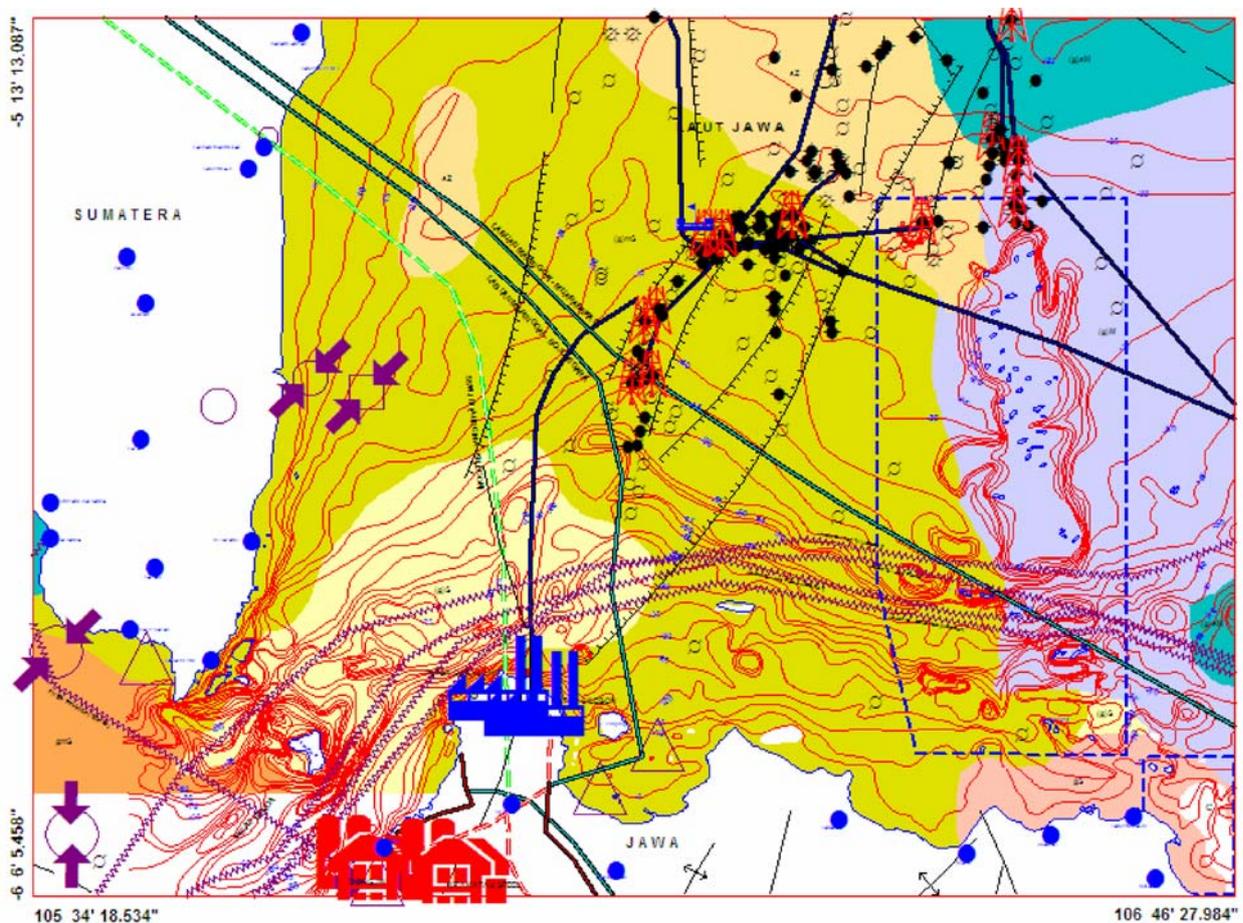
Gambar 8. Gambaran 3-dimensi kondisi morfologi dasar laut di perairan utara Banten

1997 pasal 13 ayat 3, yang menyatakan pipa yang digelar di kedalaman laut kurang dari 13 m posisinya harus terkubur sedalam 2 m atau lebih, sedangkan pipa yang digelar di perairan yang kedalaman lautnya lebih dari 13 m pipa boleh digelar di atas dasar laut (*seabed*) dengan dilengkapi dengan sistem pemberat agar pipa tidak bergeser atau berpindah tempat. Namun berdasarkan kondisi lapangan (hasil rekaman *Remotely Operated Vehicle* (ROV)) yang dilakukan PPPGL pada tahun 2006 ternyata ada pipa migas bawah laut di perairan utara Banten yang digelar di kedalaman kurang dari 13 m tidak dikubur dan hanya digelar di atas dasar laut secara terbuka. Foto 2 memperlihatkan pipa milik ARCO/BP di kedalaman 9 – 11 m yang digelar secara terbuka di atas dasar laut. Sedangkan Foto 3 memperlihatkan kondisi pipa hulu milik ARCO/

BP yang di gelar di dasar laut secara terbuka pada kedalaman laut 36 – 37.5 m. Pipa-pipa ini kemungkinan adalah pipa-pipa yang dipasang sebelum diberlakukannya Kepmen tersebut di atas, yaitu pipa yang dipasang antara tahun 1970–1995.

Dari gambaran kondisi geologi tersebut di atas dan konsekuensi dari penggelaran pipa yang hanya digelar di atas dasar laut secara terbuka dihubungkan dengan kondisi lingkungan di sekitar perairan tersebut, maka ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan, yaitu :

- Kemungkinan terjadinya *freespan* (bentangan bebas) terutama pada : 1) lokasi silang (*crossing*) antara jalur pipa transmisi Labuan Maringgai-Muarabekasi dengan jalur pipa hulu milik BP/ARCO dan lokasi silang dengan jaringan kabel bawah laut; 2) lokasi



Gambar 9. Peta integrasi fasilitas infrastruktur migas dengan kondisi geologi, morfologi dasar laut, sebaran sedimen permukaan dasar laut dan jaringan kabel bawah laut di wilayah perairan utara Banten (Rachmat dkk., 2010). Keterangan simbol sedimen pada gambar di atas gmS: pasir lumpuran kerikilan; (g)mS: pasir lumpuran sedikit kerikilan; sZ: lanau pasiran; (g)S: pasir sedikit kerikilan; (g)M: lumpur sedikit kerikilan; gS: pasir kerikilan; (g)sM: lumpur pasiran sedikit kerikilan.

silang antara jalur pipa transmisi Labuan Maringgai-Bojonegara dengan jalur pipa hulu milik BP/ARCO dan lokasi silang dengan jaringan kabel bawah laut; 3) lokasi disekitar pulau-pulau karang yang dilalui oleh pipa transmisi Labuan Maringgai-Muarabekasi; 4) lokasi di sekitar kepulauan seribu yang dilalui oleh pipa hulu milik ARCO/BP. Foto 4 memperlihatkan salah satu kondisi pipa yang mengalami kondisi bentang bebas (*freespan*) pada pipa hulu milik British Petroleum (BP) di sekitar perairan utara Banten. Dari foto terlihat ruas pipa tersebut tidak tertumpu pada bantalan/penyangga, sehingga pipa tampak seperti terbentang bebas pada kedalaman laut antara 40 – 42 m.

- Kemungkinan terjadinya penggerusan (*scouring*) material/sedimen di bawah pipa dan pengangkatan pipa karena adanya perubahan pola dan kecepatan arus laut, terutama di sekitar alur-alur dasar laut yang dilalui oleh jalur pipa. Scouring dan pengangkatan pipa ini dalam waktu lama akan menyebabkan terjadinya perubahan posisi pipa dari disain awalnya (*lateral buckling*) dan terjadi bentang bebas (*freespan*).
- Kemungkinan terjadinya perubahan kedudukan pada pipa-pipa yang memotong jalur sesar, karena kemungkinan adanya getaran atau pergerakan tanah akan menyebabkan terjadinya perubahan kestabilan pipa di dasar laut.
- Pipa transmisi gas dan jaringan pipa hulu rawan terkena jaring (terutama jaring trawl) dan jangkar dari nelayan yang melakukan aktifitas penangkapan ikan di sekitar pulau-pulau karang dan perairan Kepulauan Seribu.
- Adanya marine growth di sepanjang pipa yang mempengaruhi ketahanan pipa (Foto 2, Foto 3, Foto 4 dan Foto 5). Dari foto tampak sekeliling pipa migas telah ditumbuhi tumbuhan karang yang cukup tebal, sehingga pipanya hampir tidak terlihat. Kondisi ini akan menyebabkan pipa menjadi rapuh dan rawan terjadi kebocoran.
- Tertimpa dan terseret jangkar kapal besar yang sedang berlabuh. Nelayan sering kali berlabuh di lokasi dekat jalur pipa dengan cara menurunkan jangkar. Kondisi ini sangat berbahaya karena apabila jangkar menimpa

pipa akan menyebabkan terjadinya kebocoran. Foto 6 memperlihatkan contoh nelayan yang sedang berlabuh di lokasi dekat pipa migas.

Dari faktor-faktor tersebut di atas, maka kemungkinan pipa migas akan mengalami kegagalan struktur seperti patah atau kebocoran sangat besar, seperti yang diperlihatkan pada Foto 5. Foto ini memperlihatkan kebocoran pipa yang terjadi pada pipa hulu milik ARCO/BP di lokasi perairan sebelah utara Banten pada kedalaman laut 34 – 35 m. Dari foto tersebut terlihat adanya buih/gelembung udara berwarna hitam yang keluar secara terus menerus, indikasi ini menunjukkan adanya semburan minyak yang keluar dari pipa bawah laut yang bocor.

Usulan Pengelolaan Infrastruktur Pipa Migas di Perairan Utara Banten

Berdasarkan hasil identifikasi terhadap infrastruktur pipa migas di dasar laut perairan utara Banten dan mengacu pada PP No. 17 Tahun 1974 pasal 23 dan pasal 24, Kepmen Pertambangan dan Energi No. 300K/38/M.pe/1997 pasal 13, pasal 19, pasal 21 dan pasal 27, dan Kepmenhub No. 94 Tahun 1999, maka di bawah ini diajukan beberapa usulan untuk pengelolaan jaringan pipa migas di dasar laut, diantaranya adalah :

1. Melakukan pemeriksaan secara periodik dan berkala pada jaringan pipa transmisi, distribusi dan pipa hulu yang terdapat di dasar laut, terutama pada lokasi-lokasi yang potensial untuk terjadinya kegagalan struktur pipa dengan menggunakan beberapa metode geofisika, seperti Remotely Operated Vehicle (ROV) (Foto 7), Side Scan Sonar (SSS) (Gambar 10), Multibeam Echosounder (Gambar 11), dan Geomagnetik Laut (Gambar 12).
2. Melakukan pemeriksaan secara periodik dan berkala pada jaringan pipa untuk mendeteksi adanya korosi, kebocoran pipa, pipa retak dan *marine growth* dengan menggunakan *Remotely Operated Vehicle* (ROV), sesuai dengan standar DNV RP-F101. Terutama pada jaringan pipa hulu yang umurnya sudah mencapai lebih dari 20 tahun.
3. Melakukan pemendaman pada pipa yang digelar secara terbuka di dasar laut pada kedalaman laut kurang dari 13 m.



Foto 2. Hasil rekaman ROV dari pipa hulu milik ARCO/BP yang digelar di kedalaman laut 9.6 – 10.8 m di perairan sekitar utara Banten



Foto 3. Hasil rekaman ROV dari pipa hulu milik ARCO/BP yang digelar di kedalaman laut 36 – 37.5 m di perairan sekitar utara Banten

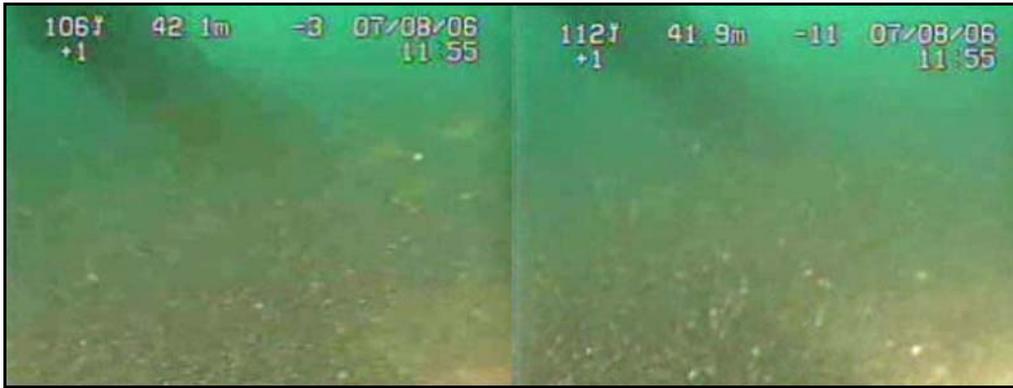


Foto 4. Posisi pipa yang digelar di atas dasar laut secara terbuka tampak dalam posisi terbentang bebas (freespan) di perairan sebelah utara Banten



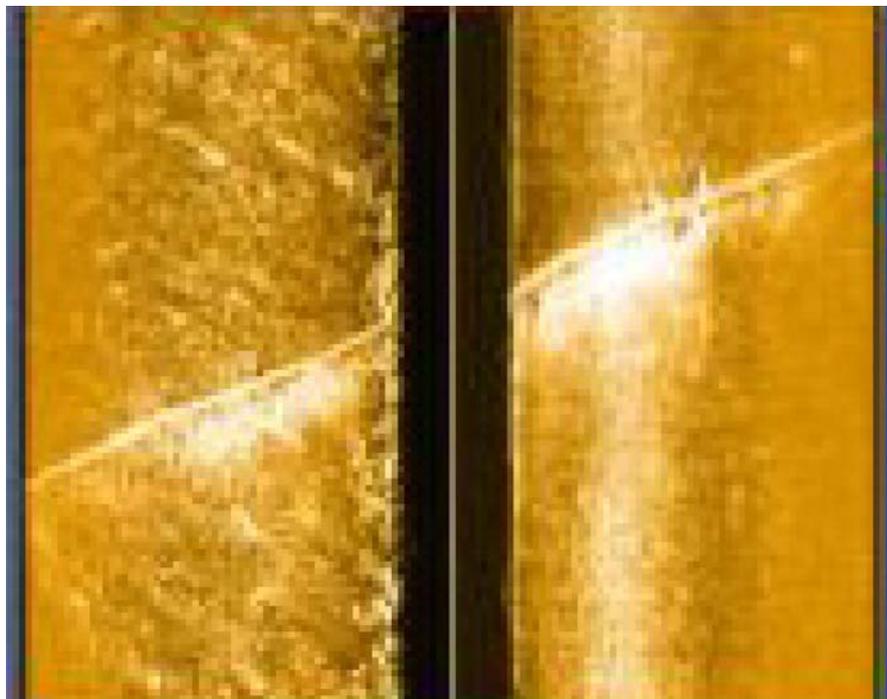
Foto 5. Hasil rekaman ROV dari pipa hulu milik ARCO/BP yang mengalami kebocoran



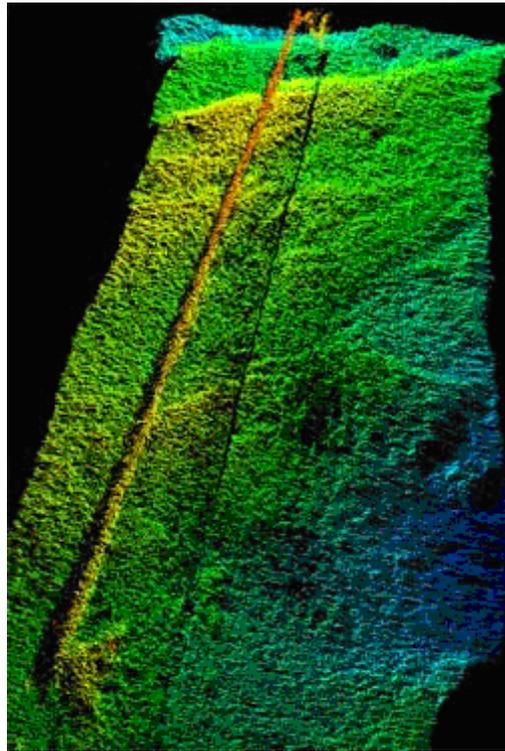
Foto 6. Nelayan sedang berlabuh di dekat jaringan pipa migas (Rachmat dkk., 2010)



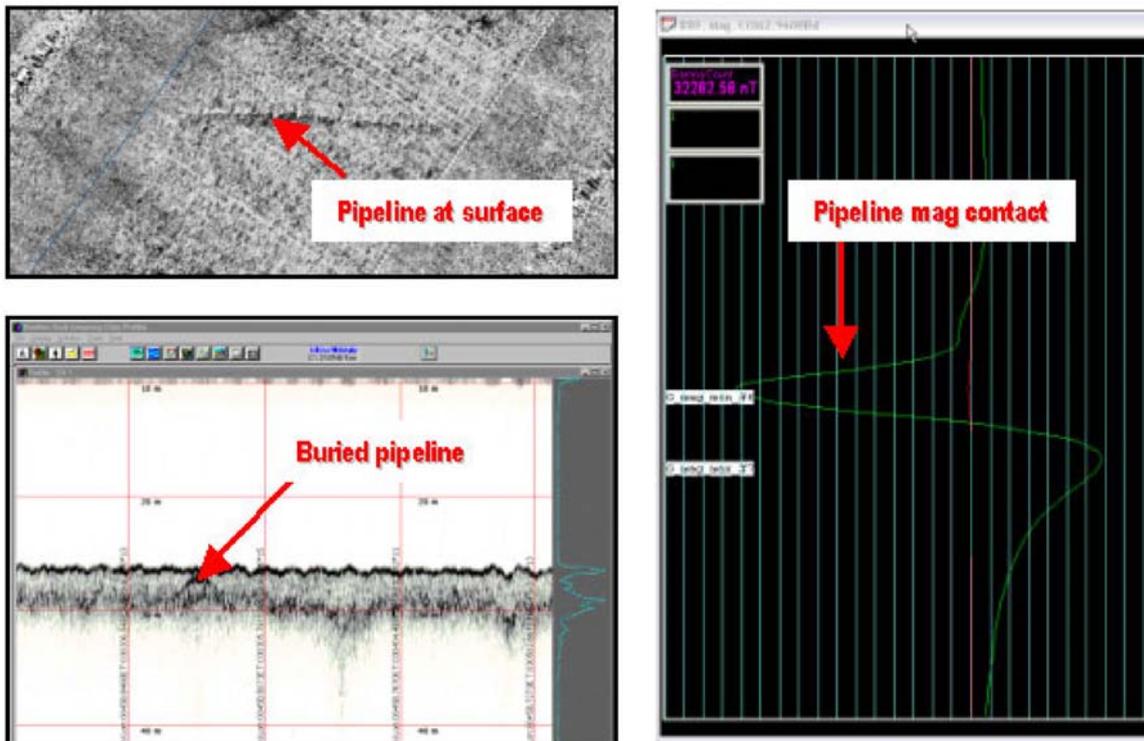
Foto 7. Penggunaan Remotely Operated Vehicle (ROV) pada inspeksi pipa migas (Edwards, 2007)



Gambar 10. Penggunaan Side Scan Sonar pada inspeksi pipa migas (PGN, 2006)



Gambar 11. Penggunaan Multibeam Echosounder pada inspeksi pipa migas (www.geoplus.nl)



Gambar 12. Penggunaan Geomagnet Laut pada Inspeksi Pipa Migas (www.geoplus.nl)



Foto 8. Penggelaran pipa di permukaan dasar laut yang dilengkapi dengan pemberat dan casing pipa (www.egypt.spe.org)

Sedangkan pipa yang digelar secara terbuka di dasar laut pada kedalaman laut lebih dari 13 m harus dilengkapi dengan pemberat, hal ini untuk menjaga kestabilan pipa di dasar laut dan mencegah terjadinya kegagalan struktur pada sistem perpipaan, sesuai dengan standar DNV-RP-E305 tahun 1988 (Foto 8).

4. Memberi bangunan pendukung (*concrete*) pada pipa yang terindikasi mengalami kondisi bentang bebas (*freespan*), sesuai dengan standar DNV-RP-F105 (Gambar 13).
5. Melakukan penimbunan pada lokasi persilangan (*crossing*) antar pipa bawah laut atau dengan kabel bawah laut agar tidak terjadi kondisi *freespan* (Gambar 14).
6. Memberi *buckle arrestor* pada pipa yang mengalami *buckling* atau pemipihan atau pembengkokan sesuai dengan standar DNV OS F101-2000 untuk kondisi *local buckling* dan DNV RP-F110 untuk kondisi *global buckling*.
7. Memberi rambu-rambu dan sarana bantu navigasi pelayaran pada jalur pipa yang digelar di daerah alur pelayaran.
8. Memberi rambu-rambu dan tanda bahaya navigasi tambahan pada daerah penangkapan ikan nelayan, sehubungan dengan banyaknya pipa yang digelar secara terbuka di dasar laut pada daerah penangkapan ikan.

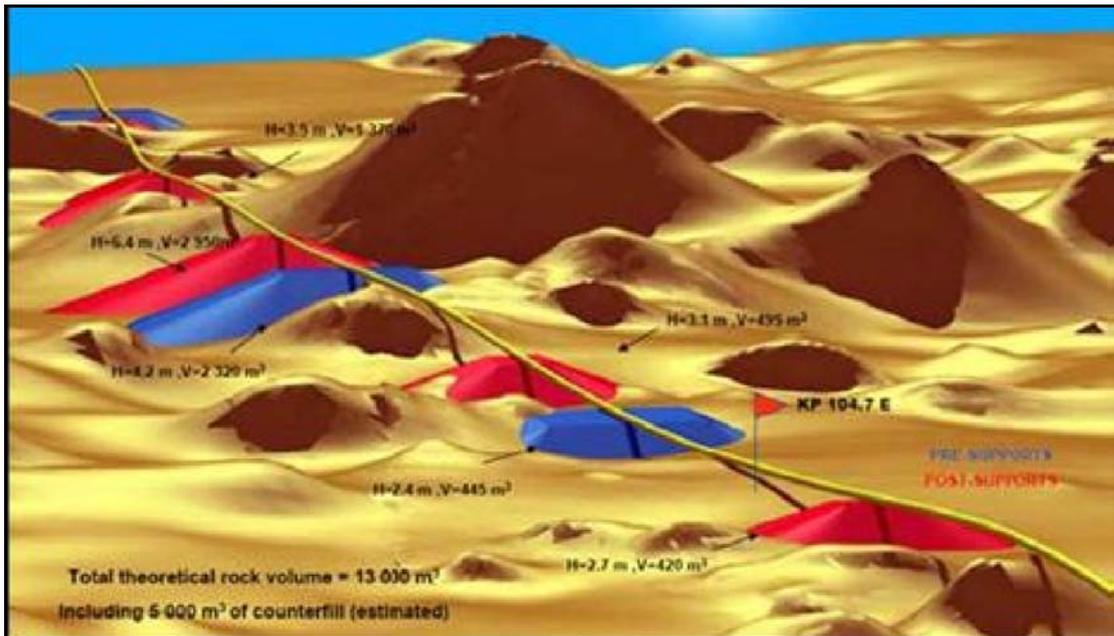
9. Sehubungan dengan banyaknya potensi yang dapat menyebabkan terjadinya kegagalan struktur pipa pada penggelaran pipa di wilayah perairan Indonesia, maka perlu dibuatkan aturan yang lebih teknis dan tegas dengan memasukan kondisi geologi dan kondisi lainnya yang sedang berkembang dan diperkirakan berkembang di sekitar area penggelaran pipa migas.

KESIMPULAN

Potensi resiko untuk terjadinya kegagalan struktur pada jaringan pipa yang digelar di perairan utara Banten cukup besar, oleh karena itu perlu dilakukannya pengawasan yang sesuai dengan aturan standar dan aturan perundangan yang berlaku.

Perlunya ditertibkan pipa-pipa yang digelar tidak sesuai dengan aturan standar dan aturan perundangan yang berlaku, terutama pada jaringan pipa hulu yang digelar sebelum diterbitkannya peraturan perundangan yang berlaku. Hal ini disebabkan posisi pipa yang digelar tidak sesuai aturan sangat rawan untuk terjadinya kegagalan struktur.

Kajian identifikasi pada jaringan pipa migas bawah laut yang sudah ada (*existing*) perlu dilakukan untuk mengantisipasi terhadap adanya kegagalan struktur pada jaringan pipa akibat kondisi alam dan buatan.



Gambar 13. Pipa yang mengalami freespan ditumpu dengan bangunan pendukung (Moxnes, 2005)



Gambar 14. Penimbunan pipa di lokasi silang antar pipa bawah laut untuk menghindari terjadinya freespan (Moxnes, 2005)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, 2009, *Informasi Meteorologi Maritim*, BMKG, Jakarta.
- Dinas Hidrooseanografi TNI AL, 2008, *Daftar Arus Pasang Surut Kepulauan Indonesia*, Dishidros TNI AL, Jakarta.
- Edwards, G. R., 2007, *Detection of Corrosion in Offshore Risers Using Guided Ultrasonic Waves*, OMAE, California, USA.
- Hariman, 2008, *Analisis Local Buckling Berdasarkan API RP 1111-1999 dan DNV OS F101-2000 (Studi Kasus: Export Pipeline West Seno)*, ITB, Bandung
- Kurnio, H., dkk., 1988, *Laporan Penyelidikan Geologi dan Geofisika di Perairan Teluk Banten dan Sekitarnya, Jawa Barat*, PPPGL, Bandung.
- Moxnes, S., 2005, *Deep Water Technology Achievement and Challenge, Hydro Oil & Energy*, Deep Water Technology Expert Workshop, Norwegia.
- PGN, 2006, *South Sumatra-West Java Gas Pipeline Project Phase II Labuhan Maringgai-Muarabekasi Offshore Pipeline Reroute Offshore Survey Services*, Jakarta.
- PVMBG, 2004, *Peta Wilayah Rawan Gempa Bumi di Indonesia*, Badan Geologi, Bandung.
- Rachmat, B., dkk., 2010, *Laporan Identifikasi Infrastruktur Migas Dasar Laut dan Usulan Pengelolaan Pipa Bawah Laut dan Anjungan Migas Lepas Pantai*, PPPGL, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, (2002), *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Yudicara, dkk., 1999, *Peta Pusat Gempa Bumi dan Arah Kompresi Maksimum Perairan Selat Sunda dan Sekitarnya*, PPGL, Bandung.
- www.egypt.spe.org
- www.geoplus.nl

