

**KONSTRUKSI INSTALASI PIPA MIGAS BAWAH LAUT  
DI TELUK BALIKPAPAN**

**Sulardi**

*Sekolah Tinggi Teknologi Migas Balikpapan*

*Email: sulardikm61@yahoo.com*

**ABSTRAK**

Penelitian ini memberikan gambaran penggunaan spesifikasi material dan metode pelaksanaan konstruksi instalasi pipa minyak dan gas dibawah laut (*submarine pipeline*). Penelitian menggunakan metode penelitian aplikatif berdasarkan studi kasus penggantian pipa crude oil dari pantai Penajam Paser Utara ke kilang Balikpapan. Hasil penelitian menunjukan telah selesai dilakukan penggantian pipa bawah laut sepanjang 399 meter dengan spesifikasi bahan baja karbon klasifikasi *API 5L Grade X52*. Metode kerja dengan memaksimalkan pengelasan dan inspeksi teknik hasil pengelasan diatas kapal. Dari hasil penelitian ini pula direkomendasikan bahwa spesifikasi material dan metode kerja konstruksi yang digunakan dan terbukti berhasil dengan baik dapat diterapkan untuk pekerjaan sejenis diarea kerja lain yang sejenis.

**Kata kunci:** Pipa bawah laut, baja karbon API 5L

***CONSTRUCTION SUBMARINE OIL AND GAS PIPELINES CONSTRUCTION IN  
BALIKPAPAN BAY***

**ABSTRACT**

*The purpose of this research is to provide an overview of the use of material specifications and methods of implementing the construction of submarine pipelines for oil and gas installations. This research uses an applicative research method based on a case study of replacing crude oil pipes from the North Penajam Paser coast to the Balikpapan refinery. The results of the study show that the replacement of the 399 meter long subsea pipe with the API 5L Grade X52 classification of carbon steel material has been completed. Working method by maximizing welding and technical inspection of welding results on board. From the results of this study, it is also recommended that the material specifications and construction work methods used and proven to be successful can be applied to similar work in other similar work areas.*

**Keywords:** *Submarine pipeline, Carbon steel API 5L specification.*

## 1. PENDAHULUAN

Pada sistim bangunan lepas pantai, jaringan pipa dibawah dasar laut menjadi bagian tidak terpisahkan dari instalasi bangunan rig lepas pantai. Instalasi perpipaan ini memiliki peran penting untuk fasilitas transfer fluida minyak, gas, utilitas dan utilitas penunjang operasi lepas pantai (Sulardi, 2020). Dengan sistim perpipaan dibawah dasar laut ini pula bahan baku crude oil dan natural gas disuplai menuju instalasi operasi dan produksi pengolahan minyak. Instalasi pipa bawah laut juga transfer crude *crude oil* dari fasilitas *single point mooring (SPM)* yang berada ditengah laut menuju ke instalasi terminal penimbunan crude oil.

Sasaran yang diharapkan dari kegiatan studi ini adalah bagian yang tidak terpisahkan dalam menjadikan pekerjaan instalasi lepas pantai sesuai spesifikasi dan *standard & codes* (Sulardi, 2020) sehingga dapat dilaksanakan dengan baik dan aman. Penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan, karena instalasi pipa bawah laut memiliki urgensi yang sangat tinggi dalam mensuplai kebutuhan bahan crude oil dan gas produksi pemboran lepas pantai.

Dengan kondisi lingkungan laut yang sedemikian rupa, sistim pipa bawah laut tergolong sebagai instalasi dengan resiko dan tingkat bahaya yang sangat tinggi terhadap lingkungan sekitar. Jika instalasi pipa bawah laut dipasang tidak sesuai spesifikasi, bentuk, dimensi, konfigurasi dan regulasi maka pada dasarnya instalasi tersebut menyimpan resiko dan potensi bahaya yang setiap saat dapat mengakibatkan terjadi kerusakan, kebocoran pipa, ledakan dan kebakaran yang mengancam lingkungan sekitarnya.

Dari uraian latarbelakang dan permasalahan diatas, dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi dalam konstruksi sistim perpipaan bawah laut sebagai berikut :

- a. Sistim perpipaan bawah laut dioperasikan dengan debit aliran dan tekanan tinggi sehingga memerlukan spesifikasi material pipa yang memiliki ketahanan tinggi terhadap variabel operasi dan lingkungan laut
- b. Jika metode instalasi pipa pipa bawah laut sesuai spesifikasi standar, disain, regulasi, dan kondisi topografi tanah dasar laut (*seabed*), maka instalasi pipa bawah laut akan dapat dioperasikan dengan baik, aman dan memiliki usia pakai sesuai rencana.

Dengan kegiatan penelitian ini diharapkan akan dapat :

- a. Memberikan gambaran spesifikasi pipa minyak dan gas dibawah laut (submarine pipe line)
- b. Memberikan gambaran metode konstruksi instalasi pipa minyak dan gas dibawah laut.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Instalasi perpipaan bawah laut digelar dilingkungan yang spesifik dan bersifat dinamis dengan adanya pengaruh gelombang, pasang surut, arus laut, dan pergerakan tanah didasar laut (DNV-OS-F101,2007). Sistim pipa bawah laut juga menyimpan potensi pergerakan dinamis dengan adanya tekanan dan aliran fluida didalam pipa. Tuntutan kondisi operasi berupa debit aliran, tekanan dan temperature fluida dalam pipa sangat memungkinkan terjadi pergerakan atau perpindahan perpipaan akibat variabel operasi tersebut. Untuk itulah maka konstruksi gelaran sistim perpipaan bawah laut harus dipertimbangkan terhadap beban fungsional yang terdiri dari tekanan operasi, thermal expansion, potensi hammering, beban lingkungan dan beban-beban accidental.

Salah satu komponen infrastruktur lepas pantai yang tidak terpisahkan pada sistim bangunan lepas pantai adalah instalasi perpipaan yang dipasang dibawah dasar laut (API RP 1111, 1999). Pengaturan tata letak dan layout pasangan pipa bawah air laut berdasarkan standar baku bertujuan untuk mencegah terjadinya overstress dan tertekuknya pipa akibat gerakan surge, heave dan pitch. Beban lingkungan yang cukup besar adalah gaya-gaya gelombang, disamping beban-beban angin, beban pasang surut dan arus bawah air laut. Untuk mencegah deformasi dan bergesernya instalasi perpipaan maka instalasi pipa bawah laut mengikuti regulasi keselamatan dan keamanan sebagai mana ketentuan yang tercantum dalam Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi Permentamben) No.300.K/38/ M.PE/ 1997) dengan cara melakukan pembenaman instalasi pipa dibawah dasar laut (seabed) sedalam 2 meter. Namun jika kedalaman air laut lebih dari 13 meter maka instalasi pipa bawah laut dapat digelar dipermukaan dengan tetap mempertimbangkan stabilitas instalasi perpipaan terhadap kondisi lingkungan dan kondisi operasi perpipaan sebagaimana regulasi. Perbaikan stabilitas instalasi perpipaan dilakukan dengan batu-batu dan beton pemberat dengan bentuk, dimensi dan konfigurasi pasangan tertentu (Per.Men.Hub No. PM 129 Tahun 2016).

### 3. METODE PENELITIAN

#### Layout Pasangan Pipa

Lokasi penelitian adalah lokasi kerja pemasangan pipa laut di Teluk Balikpapan. Bentuk profil dasar laut (seabed) lokasi pemasangan pipa didekati berdasarkan data bathymetric sepanjang rencana lokasi jalur pipa bawah laut. Berdasarkan hasil pengukuran bathymetri diketahui bahwa lokasi pipa eksisting telah mengalami perubahan permukaan tanah dasar berupa jurang-jurang yang cukup terjal dan dalam sehingga dikawatirkan membahayakan pasangan pipa (Gambar. 1).



Gambar. 1 Data profil seabed

#### Bahan-bahan Kerja

Jenis bahan untuk pipa bawah laut yang digunakan adalah jenis pipa baja karbon (carbon steel) sesuai standar API 5L dengan klasifikasi Grade X52. Panjang material pipa bawah laut 399 meter, dari pantai kilang Balikpapan ke pantai Penajam Paser Utara. Data pipa meliputi diameter pipa (NPS) 20 Inch dengan tebal pipa 12,7 mm, panjang pipa diperlukan 399 meter, linepipe manufacturing Electrical resistance welding (ERW), berat jenis pipa carbon steel.  $7.850 \text{ Kg/m}^3$ , SMYS. 358,5 MPa, SMTS. 455,1 MPa dan thermal expansion  $1,17 \times 10^{-5}$  Per  $1^\circ\text{C}$ .

Pipa carbon steel API Standard 5L terdapat dengan jenis A53 dan A106. Pipa baja karbon ini diperuntukan kelas A dan kelas B. Pipa API 5L Grade B terdapat dalam dua jenis produk yaitu API 5L Grade B PSL 1 dan API 5L Gr.B PSL2. Pipa jenis ini banyak digunakan di lingkungan industri Migas untuk unit pembangkit listrik, boiler, petrochemical, pabrik petrokimia, kilang pengolahan minyak, kilang pengolahan gas, kapal, dan instalasi lepas pantai. Pipa-pipa ini digunakan untuk transportasi fluida minyak dan gas dengan tekanan tinggi dan temperature kerja tinggi.

### Alat-alat Kerja

Untuk melaksanakan pekerjaan pemasangan pipa bawah laut diperlukan peralatan utama dan peralatan bantu yang meliputi kapal kerja (pontoon barge), alat penggelar pipa, alat potong dan pengelasan pipa (alat las atas air dan las bawah air), peralatan dan timbun bawah laut, peralatan inspeksi dan alat monitor bawah air, peralatan inspeksi teknik pekerjaan logam dan pengelasan dipermukaan dan dibawah air, peralatan induscopie dan kamera bawah air, peralatan penyelaman dan keselamatan kerja bawah air (SCUBA), peralatan komunikasi, alat pemberi isyarat dilaut dan alat isyarat bawah air, dan peralatan lain sesuai kebutuhan dilokasi kerja.

### Cara Kerja

Pemasangan persiapan sampai dengan pemasangan pipa bawah laut dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Siapkan ijin kerja ijin pergerakan alat, ijin galian dan timbunan bawah laut, dan Analisa kerja aman (job safety analysis)
  - b. Siapkan alat-alat keselamatan kerja dan alat pelindung terhadap potensi bahaya bekerja diperairan dalam, bahaya rawan tercebur dan tenggelam, untuk itu disyaratkan agar semua pekerja bisa berenang dan selalu memakai life jacket selama bekerja diatas air
  - c. Mematuhi aturan penggunaan peralatan keselamatan kerja dan alat pelindung diri (APD).
  - d. Dipastikan kapal barge pengangkut menuju *pipelay barge* dan *lay vessel* dalam kondisi siap kerja
  - e. Dipastikan peralatan kerja pengelasan pre-heating, gerinda, dan buffing siap digunakan
  - f. Pekerjaan buffing (buffle), fit up sambungan, tig weld dan pengelasan otomatis dengan mesin las otomatis dilakukan diatas kapal kerja.
  - g. Pipa-pipa yang telah selesai dilakukan pengelasan diperiksa secara visual, dan pengujian *non destructive test (NDT)* dan Radiographic test (RT) untuk memastikan tidak ada cacat hasil pengelasan
  - h. Sambungan pipa dipreparasi dan diproteksi dengan coating tahan lingkungan air laut
  - i. Pembungkusan (wrapping) pipa dengan *heat shrink sleeve (HSS)* dan dipastikan material HSS bonding dengan baik pada sambungan pipa
-

- j. Luncurkan pipa melalui *stinger* secara hati-hati dan agar dipastikan tidak terjadi buckling
- k. Gelar pipa pada galian dasar laut yang telah disiapkan dengan kedalaman galian 2 meter
- l. Proteksi pipa dengan material articulated concrete block mattresses (ACBM)
- a. Indikator dan ukuran keberhasilan pelaksanaan pekerjaan konstruksi instalasi pipa bawah laut adalah material yang digunakan sesuai spesifikasi, pemasangan pipa bawah laut diselesaikan dengan baik dan tidak terjadi kecelakaan kerja (*zero incident*).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pelaksanaan Pekerjaan

Instalasi pasangan pipa dipilih dengan mempertimbangan hal-hal berikut :

- a. Faktor layout jalur pipa terpendek untuk efisiensi volume bahan yang digunakan, hilangnya tekanan akibat banyak belokan dan perbedaan elevasi kedudukan pipa didasar laut
- b. Faktor kemudahan dalam pelaksanaan
- c. Faktor keselamatan, keamanan, resiko dan dampak pekerjaan serendah mungkin
- d. Faktor kestersediaan sumber daya
- e. Faktor penyesuaian dengan kondisi aktual dilingkungan kerja.

Untuk mendukung faktor-faktor diatas, beberapa kriteria dalam pemilihan rute pipa bawah Laut dilakukan penyesuaian faktor-faktor tersebut dengan untuk menghindari dan mengurangi resiko kegagalan pelaksanaan pekerjaan, diantaranya :

- a. Pemilihan rute pipa dipilih rute pipa terpendek dengan menghindari rute yang dianggap berbahaya dan beresiko tinggi
- b. Memperhatikan keamanan dan keselamatan lalu lintas kapal dan mencegah kerusakan lingkungan hayati dilokasi pasangan perpipaan
- c. Menghindari kerusakan lingkungan seperti terumbu karang, tanaman *mangrove*, Kawasan konservasi alam, kawasan pembibitan (*nurseries*)
- d. Memperhatikan sistim interkoneksi dengan instalasi lain dibawah laut
- e. Meminimalkan persilangan (*crossing*) dengan instalasi pipa bawah laut lainnya
- f. Keselamatan lalu lintas pelayaran kapal-kapal dan nelayan di Teluk Balikpapan
- g. Memperhatikan potensi seismic, (gempa bawah laut)
- h. Menghindari halangan didasar laut seperti reruntuhan kapal dan material lain dibawah

- i. Menghindari jurang laut yang ekstrim untuk menghindari kelongsoran setelah instalasi selesai
- j. Pertimbangan kemudahan pemeliharaan dan inspeksi teknik pipa bawah laut
- k. Hal-hal lain-lain sesuai kondisi aktual dilokasi instalasi pipa bawah laut.

#### **4.2 Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Hasil penelitian yang telah dilakukan adalah bahwa pekerjaan konstruksi instalasi pipa bawah laut sepanjang 399 meter, membentang dari pantai kilang Balikpapan ke pantai Penajam Paser Utara. Instalasi pipa dibawah air laut dipasang dibawah air laut (*seabed*) ini diletakan diatas tanah dasar sejenis lempung halus (*soft clay*) dengan bantalan pipa. Instalasi pipa bawah laut berbahan dasar baja karbon menggunakan material pipa bawah laut (SPL) adalah Carbon Steel (CS) dengan klasifikasi standar American Petroleum Institute (Code 5L dengan Grade extra strong (API 5L Grade X52). Penggunaan pipa baja karbon steel extra strong ini menyesuaikan dengan spesifikasi pipa bawah laut eksisting yang telah terbukti handal digunakan sejak awal pemasangan hingga sampai dengan perlunya dilakukan penggantian. Lokasi pemasangan instalasi pipa tidak dipasang pada lokasi pasangan semula, namun bergeser lokasi baru dengan menyesuaikan kondisi dasar laut dan kondisi lingkungan bawah laut.

Secara keseluruhan rangkaian pekerjaan konstruksi instalasi pipa bawah laut dipandang dipandang berhasil karena pekerjaan pemasangan pipa bawah laut sepanjang 399 meter dan sistim proteksinya telah terpasang dengan baik. Pengendalian kualitas hasil pemasangan dilakukan diatas kapal pada saat proses penyambungan pipa sebelum diluncurkan kedasar laut dan pemeriksaan setelah instalasi perpipaan terpasang dikedudukannya, setelah dipasang proteksi pipa dan setelah pipa ditimbun tanah.

Pada instalasi sistim perpipaan bawah laut dari Penajam Paser Utara (PPU) sampai ke Pantai kilang Balikpapan cocok dan sesuai menggunakan spesifikasi material pipa baja karbon dengan klasifikasi API 5L Grade X52. Pemilihan spesifikasi material ini menyesuaikan dengan spesifikasi pipa bawah laut eksisting yang telah terbukti handal digunakan selama 20 tahun. Spesifikasi standar ini dengan merujuk kepada desain konstruksi, operasi dan maintainan pipa hydrocarbon bawah laut (API RP 1111, 1999).

---

Pemilihan material carbon steel API 5L juga mempertimbangkan potensi laju korosi pipa bawah laut akibat pengerjaan pengelasan dan penghamparan berdasarkan sudut penggelaran (Apri Malani, dkk, 2012). Sepasifikais material pipa bawah laut yang digunakan juga telah mempertimbangkan kebutuhan dan ketersediaan material proteksi korosi yang akan melindungi pipa bawah laut terhadap korosi selama masa penggunaannya (Nur Azisah dkk, 2020).

Konstruksi sistim perpipaan yang dipasang didasar laut Teluk Balikpapan dipilih dengan metode lengkungan besar (lay large) dengan tetap memperhatikan kondisi aktual disite. Metode kerja Jay large ini dipilih terkait kondisi dasar laut yang bergelombang dan terkait pengendalian kualitas hasil pengelasan dengan mengusahakan seminimal mungkin melakukan pekerjaan pengelasan dibawah air. Penempatan instalasi pipa bawah laut sangat dipengaruhi oleh kondisi geologis lapisan tanah sebagai tempat kedudukan pipa sehingga mampu memberikan kestabilan terhadap pipa bawah laut (B. Rachmat, dkk, 2011). Hal ini telah diantisipasi dengan dilakukan relokasi instalasi pipa karena berdasarkan data dasar menunjukan adanya jurang-jurang yang cukup dalam dan lebar yang dikawatirkan akan kesulitan dalam instalasi pipa bawah laut dan mengakibatkan defleksi instalasi pipa bawah laut. Instalasi pipa bawah laut juga telah menyesuaikan dengan standar yang berlaku kemudahan dalam pelaksanaan konstruksi, pengoperasian dan pemeliharaan pipa bawah laut (API RP 1111, 1999 dan ABS, 2008). Untuk mencegah kerusakan pipa bawah laut telah dilakukan pembenaman pipa bawah laut sebagaimana ketentuan yang tertuang dalam regulasi (Kep. Men. Tamben No.300.K/38/M.PE/1997, tahun 1997 dan Per. Men. Hub No. PM 129 tahun 2016), termasuk diantaranya dengan memasang proteksi articulated concrete block mattresses untuk mencegah terseretnya pipa bawah laut oleh jangkar kapal (Sulardi, 2020).

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Material yang cocok dan sesuai digunakan untuk instalasi perpipaan dibawah laut adalah bahan baja carbon (carbon steel) Standar API 5L Grade X52
2. Konstruksi instalasi pipa bawah laut di Kawasan Teluk Balikpapan cocok dilakukan dengan metode lay large dengan tetap memperhatikan kondisi aktual disite.



**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] API RP 1111, 1999, Design, Construction, Operation, and Maintenance of Offshore Hydrocarbon Pipeline (Limit State Design), American Petroleum Institute
  - [2] 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
  - [3] DNV-OS-F101, 2007, Submarine Pipeline Systems, DNV GL AS
  - [4] Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No.300.K/38/M.PE/1997, 1997, Keselamatan Kerja Pipa Penyalur Minyak dan Gas Bumi, Departemen Pertambangan dan Energi
  - [5] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia No. PM 129 Tahun 2016, Tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/ atau Instalasi Perairan
  - [6] Sulardi, 2020, Proteksi Pipa Bawah Laut Dengan Metode Articulated Concrete Block Mattresses, *Jurnal Info Teknik* Volume 21 No. 1 Juli 2020, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
  - [7] Sulardi, 2020, Teknik Material, Penerbit Nusa Litera Inspirasi, Kabupaten Cirebon, Indonesia
  - [8] Apri Malani Putri, dkk, 2012, Studi Laju Korosi dan Surface Morfologi Pipa Bawah Laut API 5L Grade X65 Dengan variasi Sudut Bending, *Jurnal Teknik ITS* Vol. 1
-

Halaman ini sengaja dikosongkan