



Pemasangan Pipa Gas Dengan Metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) Pada Proyek Relokasi Pipa Baja 8 Inch Ex Migas Jalan Kaligawe Semarang

Raepaksi Jaladara^{1*}, Syafrudin^{1,2}

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

²Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*}Corresponding author: raepaksi.jaladara@gmail.com

(Received: May 19, 2026; Accepted: June 20, 2026)

Abstract

Gas Pipe Installation Using Horizontal Directional Drilling (HDD) Method in 8 Inch Steel Pipe Relocation Project Ex Oil and Gas Kaligawe Street Semarang. The use of natural gas is the right option in supporting business, industry, energy generation and sustaining human life. Natural gas is a cleaner alternative compared to other fossil fuels. Natural gas distribution infrastructure is important for the smooth distribution needs. This study analyzes the use of the Horizontal Directional Drilling (HDD) method in the installation of gas pipes in the 8 Inch Ex-Oil and Gas Steel Pipe Relocation Project on Jalan Kaligawe Semarang. This research was conducted with a qualitative approach, namely through the collection of primary and secondary data. The implementation of the work began with the collection of preliminary data, soil resistivity tests, soil tests, topography & georadar surveys, procedures and calculations. The installation work of the 8 inch gas pipe using the HDD method was carried out from STA 0+050–STA 1+432, divided into 6 sections and a total of 1,384.87 meters of installed pipe. The construction of the 8 inch gas pipe installation was carried out using the HDD method because the location is dense with traffic and public facilities, so it is not effective if other methods are used. The results of this study are expected to be a reference for the use of HDD in similar construction work in the future.

Keywords: horizontal directional drilling, soil testing, topography, gas pipeline construction, safety

Abstrak

Penggunaan gas alam menjadi opsi tepat dalam mendukung bisnis, industri, pembangkitan energi dan menopang kehidupan manusia. Gas alam menjadi alternatif yang lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya. Infrastruktur penyalur gas alam menjadi penting terhadap kelancaran kebutuhan distribusi. Penelitian ini menganalisis penggunaan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) dalam pemasangan pipa gas pada Proyek Relokasi Pipa Baja 8 Inch Ex Migas Jalan Kaligawe Semarang. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif, yaitu melalui pengumpulan data primer dan data sekunder. Pelaksanaan pekerjaan dimulai dengan pengumpulan *preliminary data*, *soil resistivity test*, *soil test*, *topography* & georadar survei, prosedur dan kalkulasi. Pekerjaan pemasangan pipa gas 8 inch menggunakan metode HDD dilakukan dari STA 0+050–STA 1+432, dibagi menjadi 6 bagian dan total pipa terpasang sepanjang 1.384,87 meter. Konstruksi pemasangan pipa gas 8 inch ini dilakukan dengan metode HDD karena lokasi padat lalu lintas dan fasilitas publik, sehingga tidak efektif apabila digunakan metode lain. Hasil dari studi ini diharapkan menjadi referensi penggunaan HDD pada pekerjaan konstruksi sejenis di masa mendatang.

Kata kunci: *horizontal directional drilling, uji tanah, topografi, konstruksi pipa gas, keselamatan*

How to Cite This Article: Jaladara, R., & Syafrudin, S. (2026). Pemasangan Pipa Gas Dengan Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) Pada Proyek Relokasi Pipa Baja 8 Inch Ex Migas Jalan Kaligawe Semarang. *JPII*, 4(3), 239–246. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2026.32347>

PENDAHULUAN

Fase gas yang dihasilkan dari eksplorasi minyak dan gas alam dikenal sebagai gas alam. Di bawah tekanan dan suhu atmosfer, hidrokarbon mengalami proses alami yang menghasilkan hal ini. Gas alam dapat digunakan sebagai gas alam cair atau gas alam terkompresi setelah diproses (Sembiring et al., 2019).

Selain mendukung bisnis, industri dan pembangkitan energi, gas alam dapat menopang keberadaan manusia. Ini adalah alternatif yang lebih bersih dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, yang melepaskan lebih sedikit gas rumah kaca dan polutan saat dibakar. Ini menjadikannya pilihan yang lebih ramah lingkungan untuk menggerakkan kendaraan dan memanaskan rumah. Gas alam juga serbaguna, digunakan untuk memasak, memanaskan air dan bahkan menghasilkan listrik. Dengan kelimpahan dan efisiensinya, gas alam memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi masyarakat di seluruh dunia (Neacsu et al., 2023).

Porsi pemanfaatan gas bumi untuk kebutuhan domestik lebih besar dibandingkan dengan ekspor, dengan persentase mencapai 68,2%. Realisasi penyaluran gas bumi untuk domestik sebesar 3.745 *British thermal unit per day* (BBTUD), sementara untuk ekspor sebesar 1.749 BBTUD. Pemanfaatan gas bumi untuk sektor domestik paling besar adalah bidang industri yang mencapai 1.515,8 BBTUD atau sekitar 40,5% dari porsi pemanfaatan gas bumi untuk domestik.

Pipa transmisi dan/atau pipa distribusi dapat digunakan untuk memanfaatkan gas alam. Pengangkutan gas alam dari ladang gas alam atau sumber pasokan ke bagian transmisi, wilayah jaringan distribusi, wilayah komersial tertentu dan/atau pelanggan gas alam dikenal sebagai pipa transmisi. Pipa distribusi adalah pipa yang mengangkut gas alam dari pipa distribusi di area jaringan distribusi dan/atau pipa transmisi di dalam ruas transmisi ke konsumen gas alam dan/atau area jaringan distribusi lainnya yang terhubung (Syukur, 2023).

Faktor lingkungan, termasuk topografi dan infrastruktur yang sudah ada (eksisting), dapat menimbulkan tantangan bagi pemasangan pipa gas transmisi dan distribusi selama proyek konstruksi. Pemilihan pendekatan yang tepat dalam pelaksanaan konstruksi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi potensi dampak negatif yang dihasilkan dari kegiatan tersebut. Terdapat beberapa metode atau cara yang dapat digunakan dalam pemasangan pipa gas transmisi atau pipa gas distribusi tersebut.

Pemasangan pipa dapat dilakukan dengan cara membuka galian atau tanpa membuka galian. Pemasangan pipa dengan pembukaan galian dapat dilakukan dengan metode *open trenching*, yaitu melakukan pembukaan galian sepanjang rencana jalur pemasangan pipa. Sedangkan pemasangan tidak dilakukan pembukaan galian, antara lain dengan metode *auger boring*, metode *pipe jacking*, atau metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD).

Pemilihan metode tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lingkungan pekerjaan. Lokasi pekerjaan yang akan dilakukan penelitian ini terletak di daerah padat aktivitas, antara lain terdapat universitas, rumah sakit, terminal dan jalan provinsi, serta daerah rawan banjir, sehingga memerlukan metode yang sesuai. Metode pemasangan pipa tanpa melakukan galian terbuka merupakan opsi yang tepat dalam pekerjaan tersebut.

Horizontal Directional Drilling (HDD) adalah metode yang tepat untuk pemasangan pipa karena menggunakan peralatan pengeboran horizontal dan menghilangkan kebutuhan penggalian terbuka di sepanjang lintasan pipa (Santoso et al., 2024). Metode ini sangat bermanfaat ketika kondisi lingkungan di sekitar pemasangan pipa berpotongan dengan utilitas jalan raya, jalur kereta api, pipa air, sistem kelistrikan dan sungai (Krechowicz et al., 2021). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan menguraikan setiap tahapan yang harus dilakukan saat pelaksanaan pemasangan pipa gas menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD).

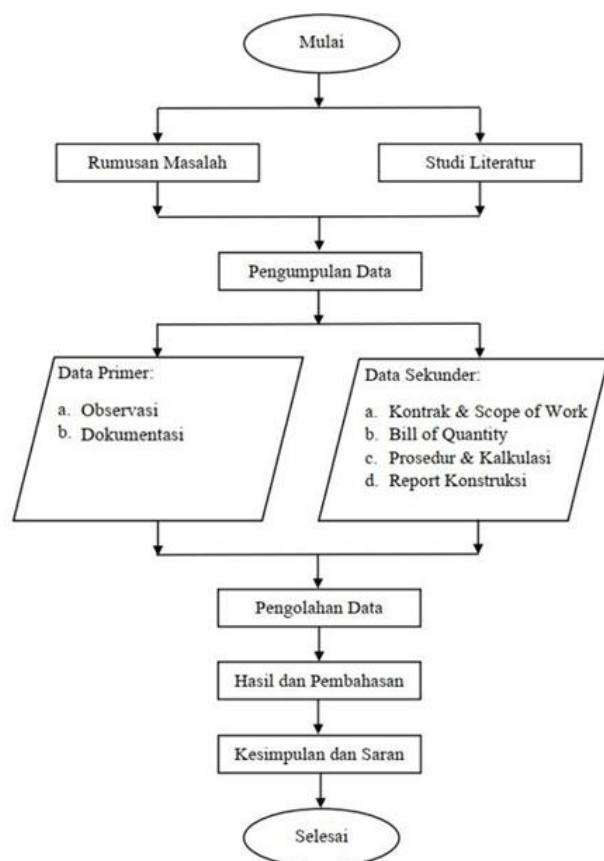
METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian ini bersifat sistematis dengan metode kualitatif. Metode kualitatif adalah metode dalam penelitian yang bertujuan untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian, seperti perilaku, persepsi, motivasi, tindakan dan lainnya, secara holistik dan melalui deskripsi dalam bentuk kata dan bahasa (Fadli, 2021).

Penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara observasi dan dokumentasi di lokasi pekerjaan konstruksi. Pengumpulan data sekunder didapatkan dari dokumen kontrak, *bill of quantity* (BQ), prosedur & kalkulasi dan laporan konstruksi. Setelah data tersebut didapatkan, dilakukan pengelolaan data dan analisis pembahasan. Proses pengumpulan dan analisis data

tersebut dilakukan selama penelitian dan pekerjaan konstruksi berlangsung.

Subjek penelitian yang dilakukan ini adalah untuk mengetahui pelaksanaan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) pada pekerjaan pemasangan pipa gas, serta objek penelitian adalah Proyek Relokasi Pipa Baja 8 Inch Ex Migas Jalan Kaligawe Semarang. Prosedur penelitian ini disusun agar tahapan-tahapan penelitian dapat dijabarkan dan diuraikan dengan jelas. Prosedur penyusunan penelitian yang terstruktur dibutuhkan dengan tujuan agar prosedur dan hasil penelitian dapat dicapai dengan baik. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Data

Kontraktor pada pekerjaan konstruksi ini adalah PT PGAS Solution dan pemilik pekerjaan ini adalah PT Perusahaan Gas Negara Tbk. Durasi pekerjaan dilaksanakan selama 390 hari sejak TMK (Tanggal Mulai Kerja), yaitu 10 Desember 2024 sampai dengan 03 Januari 2026. Detail *milestone* dari pekerjaan tersebut antara lain: *Mechanical Completion* (MC) 02 Desember 2025, *Completion of Commissioning* (Comm) 04 Desember 2026 dan *Whole of Works* (WoW) 03 Januari

2026. Saat penelitian ini dilakukan, proyek tersebut masih dalam proses pelaksanaan.

Pekerjaan konstruksi pemasangan pipa gas dilaksanakan di Jalan Raya Kaligawe, Semarang, dari *Start Point* (S: -6.956513°, E: 110.451826°) sampai dengan *End Point* (S: -6.955768°, E: 110.464259°). Pekerjaan pemasangan pipa gas ini terdiri dari 6 *section*. *Section 1* terletak pada STA 0+050–STA 0+251, *section 2* pada STA 0+251–STA 0+534, *section 3* pada STA 0+534–0+814, *section 4* pada STA 0+814–1+014, *section 5* pada STA 1+014–STA 1+211, dan *section 6* pada STA 1+211–1+432. Lokasi pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi pekerjaan (Sumber: Google Earth)

Soil Resistivity Test

Soil resistivity test tanah dilakukan untuk mengukur resistansi tanah terhadap aliran listrik, dengan tujuan merancang sistem pentanahan yang efektif dan aman. Dengan mengetahui nilai resistivitas tanah, dapat ditentukan kedalaman dan jarak yang tepat antara elektroda pembumian. Ini penting untuk mencegah potensi bahaya kebakaran dan kerusakan peralatan yang disebabkan oleh lonjakan listrik yang tidak terkendali. Dengan demikian, pengujian resistivitas tanah merupakan langkah penting dalam memastikan keselamatan sistem kelistrikan di suatu lokasi (Sangprasat et al., 2024).

Soil resistivity test tersebut dibagi menjadi 4 segmen sepanjang rencana jalur konstruksi pemasangan pipa gas. Elektroda ditancapkan ke dalam tanah dan dihubungkan dengan alat uji resistensi, kemudian dilakukan pengukuran. Data hasil *soil resistivity test* menunjukkan bahwa *resistivity* pada lapisan *soil compacted* memiliki nilai 1,01–13,6 $\Omega\cdot\text{m}$ (*low resistivity*) dan pada lapisan *sandy clay* memiliki nilai 13,6–435 $\Omega\cdot\text{m}$ (*medium resistivity*). Pekerjaan *soil resistivity test* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pekerjaan *soil resistivity test*

Topography & Georadar Survei

Topography survei dilakukan dengan tujuan untuk menentukan dan memastikan jalur pipa *Horizontal Directional Drilling* (HDD). *Topography* survei tersebut dilakukan dengan menggunakan alat *Total Station* (TS). Setelah dilakukan *topography* survei, akan didapatkan gambar detail berupa koordinat, elevasi jalur *pipeline* beserta titik awal dan titik akhir. Penentuan titik *center line* pipa dan *marking* titik *entry* serta titik *exit* HDD harus sesuai dengan gambar detail (PT Perusahaan Gas Negara Tbk., 2020). Georadar survei dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan memetakan objek atau struktur bawah permukaan tanah secara nondestruktif atau tanpa perlu mengganggu struktur tanah dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Hasil yang didapatkan dari survei georadar tersebut adalah bahwa tidak ada utilitas sepanjang rencana jalur pemasangan pipa. *Topography* survei dapat dilihat pada Gambar 4 dan georadar survei dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 4. Pekerjaan *topography* survei

Gambar 5. Pekerjaan georadar survei

Soil Test

Soil test dilakukan untuk mengklasifikasikan, memetakan dan menganalisis karakteristik tanah. Pekerjaan ini dilakukan dengan mengebor lubang dalam untuk menentukan kondisi tanah, lapisan tanah (*strata*) dan kekuatan tanah hingga kedalaman tertentu. Informasi ini membantu insinyur dan pekerja konstruksi membuat keputusan yang tepat tentang jenis fondasi yang dibutuhkan untuk bangunan, jalan dan struktur lainnya (Amini et al., 2024). Penyelidikan tanah dilakukan di 3 titik *Bore Hole* (BH), BH 1 dengan kedalaman 15 meter, BH 2 dengan kedalaman 15 meter dan BH 3 dengan kedalaman 20 meter. Data hasil *soil test* menunjukkan bahwa nilai N-Spt titik BH 1 pada kedalaman 15 meter sebesar 2, nilai N-Spt titik BH 2 pada kedalaman 15 meter sebesar 3 dan nilai N-Spt titik BH 3 pada kedalaman 20 meter sebesar 4, dengan kesimpulan bahwa karakteristik tanah tersebut adalah tanah lunak. Pekerjaan *soil test* dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Pekerjaan *soil test*

Procedure & Design Calculation

Procedure & design calculation wajib disusun sebelum pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa gas menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling*

(HDD) dimulai. *Procedure & design calculation* disusun untuk mengetahui sistematis pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa gas, radius kurvatur pipa, *pulling analysis* dan *stress analysis*. *Pulling analysis* dilakukan guna memastikan kapasitas mesin HDD sesuai dengan *pulling load* pipa, sedangkan *stress analysis* harus memastikan *stress* pipa tidak melebihi batas *allowable stress* pipa. *Design calculation* yang digunakan dalam proyek tersebut mengacu pada *design code* ASME B31.8.

Design calculation yang telah disusun tersebut harus ditinjau dan disetujui oleh pemilik pekerjaan, yaitu PT Perusahaan Gas Negara Tbk., sebelum pekerjaan dilakukan. Setelah mendapatkan persetujuan dari pemilik pekerjaan, selanjutnya *design calculation* tersebut dapat diimplementasikan dalam pelaksanaan proyek. Proses peninjauan dan persetujuan ini penting untuk memastikan bahwa desain yang disusun sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Dokumen yang telah disetujui oleh pemilik pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Dokumen *procedure & design calculation*

Pekerjaan Persiapan

Sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, perizinan utilitas harus diselesaikan atau dikoordinasikan terlebih dahulu dengan pihak terkait. Dalam hal ini, pihak terkait tersebut adalah Balai Besar Pelaksanaan Nasional Jawa Tengah-DIY (BBPJN), Balai Besar Wilayah Sungai (SDA BBWS), PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Semarang, Koramil, Polsek dan Kelurahan serta lingkungan setempat. Setiap pekerja yang akan melakukan pekerjaan wajib menjaga aspek *Health, Safety, Security, and Environment* (HSSE) dengan melakukan *Medical Check-Up* (MCU) dan *Safety Induction* serta menjalankan Program *HSSE Plan*.

Mobilisasi dilakukan setelah semua dokumen dan peralatan disetujui serta diinspeksi bersama oleh kontraktor dan pemilik pekerjaan. Daftar peralatan dan bahan yang digunakan dalam pekerjaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar peralatan dan bahan

No	Peralatan/Bahan	Jumlah
1	Mesin HDD XCMG 42 Ton	1 Unit
2	Mixer Tank 3000L & Pump	2 Unit
3	Alat Deteksi - GL 750	1 Unit
4	Reamer 12" & 16"	1 Set
5	Pulling Head Steel 8"	2 Set
6	Rod XCMG 42 Ton dia 83mm length 3 m	100 Rod
7	Rod OS38 dia 76mm length 3 m	100 Rod
8	Water Pump	2 Unit
9	Genset 5000 Watt	2 Unit
10	Excavator Komatsu PC78US	2 Unit
11	Chain Block	2 Unit
12	Lighting	2 Unit
13	Roller	20 Unit
14	Chemical:	
	- Bentonite	200 Zak
	- Polymer	40 Pail
	- Troll	20 Pail
	- Detergen	20 Pail
15	HSSE:	
	- Papan Nama Proyek	1 Unit
	- Banner Pengaman	50 Unit
	- Rambu Jalan Raya	6 Unit
	- Statistic Board	1 Unit
	- Control Board	1 Unit

Pelaksanaan Konstruksi

Pipa gas eksisting yang akan direlokasi dan diganti pipa gas baru terletak di sepanjang drainase saluran air. Pipa gas baru tersebut dipasang dengan menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) di sepanjang jalan trotoar paving. *Schematic drawing* pipa dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. *Schematic Drawing*

Pekerjaan konstruksi ini menggunakan berbagai material. Sebelum *Purchase Order* (PO) atau pembelian material tersebut dapat dilakukan, diperlukan dokumen *Calculation/Datasheet* yang telah disetujui oleh PT Perusahaan Gas Negara Tbk terlebih dahulu. Daftar material yang digunakan dalam pekerjaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan pelaksanaan HDD

No	Material	Jumlah	Standard
A	Pipa Baja		
1	Line Pipe 2 Inch STD/40	1 m	API 5L Grade B
2	Line Pipe 8 Inch STD/40	1504 m	API 5L Grade B
B	Valves		
1	Ball Valve Welded #300	2 Unit	API 6D
2	Ball Valve Welded #300	8 Unit	API 6D
C	Fitting & Flanges		
1	Elbow 45° STD/40 Inch	8 Ea	ASME B16
2	Elbow 90° STD/40 Inch	8 Ea	ASME B16
3	Weld Neck Flange Inch #300	4 Ea	ASME B16
4	Blind Flange Inch #300	4 Ea	ASME B16
5	Weld o Let 2 Inch	4 Ea	ASME B16
6	Studbolts 5/8 Inch×90mm #300	16 Ea	ASME B16
7	Studbolts 7/8 Inch×140mm #300	24 Ea	ASME B16
8	Gaskets Spiral 2 Inch #300	4 Ea	ASME B16

Sebelum pekerjaan konstruksi dimulai, dilakukan *Welding Performance Test* (WPT) untuk menguji kualitas dan memverifikasi bahwa keahlian *welder* sudah sesuai dengan *Welding Procedure Specification* (WPS) PT PGAS Solution. Penanganan, transportasi dan penyimpanan material yang digunakan pada proyek ini mengacu pada Panduan Konstruksi Pipa Baja Distribusi Darat dari PT Perusahaan Gas Negara Tbk, sehingga kualitas material tersebut tetap terjaga dengan baik.

Pekerjaan pendahuluan yang dapat dilakukan adalah melaksanakan *trial hole* untuk mengetahui utilitas eksisting yang ada di dalam tanah dan sebagai proses lanjutan dari hasil survei georadar yang telah dilakukan sebelumnya. Lokasi *trial hole* berada pada titik *Entry Pit* dan *Exit Pit* HDD. Informasi yang didapat dari proses *trial hole* digunakan untuk *setting* posisi *drill rod pilot* HDD. Berdasarkan data dari hasil *soil test* yang telah dilakukan sebelumnya, karakteristik tanah tersebut menunjukkan tanah lunak yang rentan terhadap deformasi dan ketidakstabilan. Oleh sebab itu, diperlukan struktur penahan tanah (turap) sebagai perkuatan dan penggunaan *bentonite* sebagai penghalang yang kedap air dan mencegah keruntuhan. Tahapan pelaksanaan HDD secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahapan pelaksanaan HDD

No	Deskripsi/Penjelasan	Dokumentasi
1	Penggalian <i>test pit</i> dilakukan secara manual dengan dimensi L: 1,6 m, W: 0,6 m dan D: 1,7 m. Setelahnya <i>test pit</i> akan ditimbun kembali.	
2	Penggalian <i>entry pit</i> dan <i>exit pit</i> menggunakan <i>excavator</i> dengan dimensi L: 3 m, W: 1,5 m dan D: 1,8 m serta diberikan turap.	
3	Saat dilakukan penggalian <i>entry pit</i> dan <i>exit pit</i> , <i>welding/jointing</i> pipa juga dapat dilakukan secara paralel.	
4	<i>Non-Destructive Testing</i> (NDT) dilakukan setelah proses <i>jointing</i> selesai dilaksanakan.	
5	Proses <i>Field Joint Coating</i> (FJC) dilakukan setelah hasil NDT <i>accepted</i> .	
6	<i>Holiday test</i> dilakukan setelah proses <i>jointing</i> , NDT dan FJC selesai dilakukan.	
7	<i>Hydrotest pipeline before pullback</i> dilakukan setiap <i>pipeline</i> sudah <i>ready</i> sebelum dilakukan <i>pullback</i> .	
8	<i>Setting Horizontal Directional Drilling</i> (HDD) <i>equipment</i> dan posisi sesuai dengan <i>design calculation</i> .	
9	Start <i>piloting/drilling</i> dilakukan dari titik <i>entry pit</i> .	
10	Pengarahannya jalur sesuai <i>boreplan</i> dan pengaturan sudut serta <i>tracking</i> posisi mata bor menggunakan <i>Digitrack GL-750</i> .	

No	Deskripsi/Penjelasan	Dokumentasi
11	Selama proses <i>drilling</i> , <i>drilling rod</i> akan diisi dengan air bersih bercampur dengan <i>bentonite/polymer/chemical</i> melalui <i>set mixing tank</i> .	
12	Selama proses <i>drilling</i> , penyambungan <i>rod</i> tetap dilakukan sampai mata bor tembus ke <i>exit pit</i> .	
13	Pembesaran lubang bor/ <i>reaming</i> dilakukan setelah mata bor tembus ke <i>exit pit</i> . <i>Reamer 12"</i> dipasang pada mata bor kemudian ditarik dari <i>exit pit</i> ke arah <i>entry pit</i> .	
14	Setelah proses <i>reaming 12"</i> , mata bor dipasangkan <i>reamer 16"</i> , kemudian dilakukan proses <i>drilling</i> lagi ke arah <i>exit pit</i> .	
15	Setelah dipastikan lubang telah siap untuk pipa, <i>reamer</i> akan dipasang di depan <i>swivel</i> , <i>pulling head</i> dipasang di belakang <i>swivel</i> (<i>swivel</i> akan mencegah rotasi pipa selama proses <i>pullback</i>). Pipa ditarik dari <i>exit pit</i> ke arah <i>entry pit</i> .	
16	Selama proses <i>pullback</i> , lubang bor akan diinseksikan <i>bentonite</i> untuk melindungi dinding lubang agar tidak mudah longsor. Proses <i>pullback</i> selesai saat <i>pulling head</i> sampai pada <i>entry pit</i> .	

Proses pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang dari *section 1* sampai *section 6* dengan rincian panjang pipa terpasang *section 1* 201,54 meter, *section 2* 283,52 meter, *section 3* 280,27 meter, *section 4* 200,67 meter, *section 5* 197,49 meter, *section 6* 221,38 meter dengan total panjang keseluruhan 1384,87 meter. Proses *jointing* antarsection dilakukan secara paralel dengan proses pelaksanaan HDD setiap *section* berikutnya. Durasi pekerjaan pemasangan pipa gas menggunakan metode HDD dilakukan dengan efisien, Detail durasi pelaksanaan pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Durasi pekerjaan

No	Pekerjaan HDD Setiap Section	Durasi (hari)
1	<i>Open entry pit</i> dan <i>exit pit</i>	1
2	<i>Setting</i> dan <i>piloting</i>	1
3	<i>Reaming 12"</i> dan <i>16"</i>	1
4	<i>Hydrotest before pullback</i>	1
5	<i>Pullback</i>	1
6	<i>Hydrotest after pullback</i>	1
Total		6 Hari

Durasi di atas dibulatkan dalam satu hari untuk setiap pekerjaannya, sehingga lebih mudah dalam perhitungannya. Setiap tahapan dan *section* pekerjaan memiliki durasi detail masing-masing tergantung pada kondisi geografis dan *obstacle* yang dilalui, namun secara rerata keseluruhan durasinya dapat dilihat dalam detail di atas tersebut. Terdapat 6 *section* dari keseluruhan pekerjaan pemasangan pipa dengan metode HDD. Jika dihitung secara keseluruhan, durasi yang dibutuhkan dalam penyelesaian pekerjaan tersebut adalah 36 hari. Durasi 36 hari tersebut tidak termasuk proses mobilisasi, inspeksi, persiapan dan demobilisasi.

Setelah semua *section* selesai diproses *jointing*, proses selanjutnya adalah *hydrotest pipeline* secara keseluruhan. *Hydrotest pipeline* secara keseluruhan (semua *section*) dilakukan guna memastikan tidak adanya kebocoran pada pipa, memastikan keamanan operasional dan memastikan pipa dalam kondisi *safety*. Pengujian *hydrotest* tersebut dilakukan dengan pedoman ASME B31.8.

Setelah seluruh rangkaian pekerjaan HDD selesai dilaksanakan, pekerjaan berikutnya adalah proses *cut and connect* pipa baru dan pipa lama. Pekerjaan tersebut diakhiri dengan proses *commissioning* atau pengaliran gas ke dalam pipa baru yang telah selesai dikerjakan.

Penanganan Limbah Bentonite

Pada pekerjaan pemasangan pipa gas dengan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD), digunakan *bentonite* untuk membantu proses *drilling* sampai dengan *pullback* pipa. Dengan banyaknya *bentonite* yang digunakan pada pekerjaan ini, diperlukan pengelolaan limbah dengan baik.

Selama proses pekerjaan HDD dilakukan, cairan *bentonite* bercampur dengan lumpur keluar dari ruang *entry pit* dan *exit pit*. Dilakukan penyedotan limbah *bentonite* yang tertampung dalam galian *entry pit* dan *exit pit* menggunakan mobil tangki. Lumpur dan *cutting* (hasil *drilling*) yang terbuang, dipompa dari *return pit* dan *mud pit* (kolam lumpur) ke *solid control unit* untuk dibersihkan serta dipastikan tidak termasuk limbah B3. Sisa lumpur tersebut akan ditimbun kembali ke dalam kolam atau lubang galian penampungan lumpur sehingga tidak menimbulkan pencemaran. Lokasi penimbunan kembali lumpur tersebut terletak di tanah kosong tidak

jauh dari lokasi proyek konstruksi dan telah berkoordinasi dengan *stakeholder* terkait.

Perbaikan Kembali (*Reinstatement*)

Pekerjaan pemasangan pipa gas menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) memberikan dampak secara langsung terhadap fasilitas publik di lokasi tersebut, seperti jalur pejalan kaki paving, pagar jalan, tanaman, lokasi pipa eksisting di saluran drainase air dan fasilitas lainnya. Perbaikan (*reinstatement*) harus dilakukan sesuai dengan standar baku mutu PT Perusahaan Gas Negara Tbk dan standar pemilik utilitas/fasilitas yang telah ditetapkan sebelumnya. Setiap pekerjaan perbaikan kembali (*reinstatement*) harus dibuktikan dengan Berita Acara dan disetujui oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Penerapan Aspek *Health, Safety, Security, and Environment* (HSSE)

PT PGAS Solution dan PT Perusahaan Gas Negara Tbk. sangat menjunjung tinggi aspek HSSE dalam setiap kegiatan pekerjaan. Semua pekerjaan, termasuk pekerjaan pemasangan pipa gas menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD), diwajibkan menyediakan *Job Safety Analysis* (JSA), *Work Permit*, *Procedure* dan *Work Inspection Report* (WIR).

Seluruh kendaraan dan *equipment tools* sebelum digunakan harus dilakukan inspeksi terlebih dahulu, agar memenuhi standar kelayakan mutu dan keamanan. Pekerja harus memiliki keterampilan profesional yang dibuktikan dengan sertifikasi terkait. Segala aspek pekerjaan di lingkungan PT Perusahaan Gas Negara Tbk harus mengacu kepada panduan *Corporate Life Saving Rules* (CLSR)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Proyek Relokasi Pipa Baja 8 Inch Ex Migas Jalan Kaligawe Semarang, metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) dinilai tepat dan efektif karena tidak memerlukan penggalian terbuka (*open cut*) di lingkungan padat. Pekerjaan berhasil diselesaikan dalam 36 hari untuk enam *section*. Selain itu, metode HDD mampu meminimalkan risiko K3 dan dampak lingkungan, serta mengurangi potensi gangguan terhadap utilitas eksisting.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PT PGAS Solution EPC Project Regional III dan Project Management Office (PMO) PT Perusahaan Gas Negara Tbk IT IIIA.

DAFTAR PUSTAKA

Amini, M., Deng, L., Hassan, W., Nawaz, M. N., Zidane, F. Z., & Fang, R. (2024). Integrative geospatial analysis: Unveiling insights through GIS

modeling and statistical evaluation of SPT-N and soil types data of New Kabul City, Afghanistan. *Advances in Civil Engineering*, 2024(1), 9925038.

Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *Humanika: Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 21(1), 33-54.

Krechowicz, M., Gierulski, W., Loneragan, S., & Kruse, H. (2021). Human and equipment risk factors evaluation in Horizontal Directional Drilling technology using Failure Mode and Effect Analysis. *Management and Production Engineering Review*, 12.

Neacsu, A., Eparu, C. N., Panaitescu, C., Stoica, D. B., Ionete, B., Prundurel, A., & Gal, S. (2023). Hydrogen–natural gas mix—A viable perspective for environment and society. *Energies*, 16(15), 5751.

PT Perusahaan Gas Negara Tbk. (2020). *Panduan Konstruksi Pipa Baja Di Darat Pada Sistem Jaringan Pipa Distribusi Gas Bumi dan Fasilitas Penunjangnya*. Indonesia.

Sangprasat, K., Puttiwongrak, A., & Inazumi, S. (2024). Comprehensive analysis of correlations between soil electrical resistivity and index geotechnical properties. *Results in Engineering*, 23, 102696.

Santoso, M. Y., Khairiansyah, M. D., & Hernasa, R. F. (2024). Improving safety design for gas pipeline installation via horizontal directional drilling: a pipe stress analysis approach. *Jurnal Polimesin*, 22(3), 354-360.

Sembiring, S., Panjaitan, R. L., Susianto, S., & Altway, A. (2020). *Pemanfaatan gas alam sebagai LPG (liquified petroleum gas)* (Doctoral dissertation, Sepuluh Nopember Institute of Technology).

Syukur, M. H. (2023). A Performance Analysis Gas Pipeline Open Access in East Java Region. *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 5(2), 83-92.