



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 2, No. 2, Tahun 2025

MISTER

**Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research**

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 2, No. 2, Tahun 2025

Pages : 3332–3347

Kajian Penerapan Metode Horizontal Directional Drilling (HDD)
untuk Pemasangan Pipa HDPE diameter 700 mm pada Crossing Pipa
Gas di Jalan Syakyakirti, Kelurahan Karang Jaya,
Kota Palembang

Marlinda, K.M. Aminuddin, Imroatul Juliana

Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Palembang

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3130>

How to Cite this Article

APA : Marlinda, M., K.M. Aminuddin, & Juliana, I. . (2025). Kajian Penerapan Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) untuk Pemasangan Pipa HDPE diameter 700 mm pada Crossing Pipa Gas di Jalan Syakyakirti, Kelurahan Karang Jaya, Kota Palembang. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, 2(2), 3332 – 3347. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i2.3130>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Kajian Penerapan Metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) untuk Pemasangan Pipa HDPE diameter 700 mm pada Crossing Pipa Gas di Jalan Syakyakirti, Kelurahan Karang Jaya, Kota Palembang

Marlinda¹, K.M. Aminuddin², Imroatul Juliana³

Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang^{1,2,3}

*Email:

marjingga29@gmail.com, kmaminuddin@ft.unsri.ac.id, imroatulchalimahjuliana@ft.unsri.ac.id

Diterima: 04-03-2025

| Disetujui: 05-03-2025

| Diterbitkan: 06-03-2025

ABSTRACT

Underground pipe installation in urban areas faces various challenges, especially in avoiding existing infrastructure such as gas pipes and underground cables. The Horizontal Directional Drilling (HDD) method is an effective solution to reduce disturbance to the surrounding environment. This study examines the application of the HDD method in the installation of 700 mm diameter HDPE pipes at gas pipe intersections on Jalan Syakyakirti, Karang Jaya Village, Palembang City. This study was conducted by analyzing the implementation method, success factors, and risk mitigation applied during the drilling and pipe installation process. This research method includes a geotechnical survey to determine soil characteristics, selection of tools such as Pilot Bore Sensors to monitor drilling paths, and the use of the right slurry mix to maintain borehole stability. The HDD implementation process consists of several main stages, namely pilot drilling, widening the borehole using a back reamer, and pulling the pipe (pullback process) with a controlled technique to prevent pipe stoppage or failure. The safe distance between the existing gas pipeline and the HDD line is maintained within 5–7 meters to reduce potential risks. The results showed that the HDD method was successfully implemented, with a high level of accuracy in maintaining the drilling position and direction. The use of the right slurry mix has been shown to reduce efficiency and increase the efficiency of the drilling process. In addition, constant pullback speed control is a key factor in preventing HDPE pipe stoppages during installation. This study concludes that the HDD method is a safe and efficient technique for pipe installation in areas with limited space and the presence of underground infrastructure.

Keywords: Horizontal Directional Drilling (HDD), HDPE Pipe, Slurry Mix, Directional Drilling.

ABSTRAK

Pemasangan pipa bawah tanah di daerah perkotaan menghadapi berbagai tantangan, terutama dalam menghindari infrastruktur eksisting seperti pipa gas dan kabel bawah tanah. Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi gangguan terhadap lingkungan sekitar. Penelitian ini mengkaji penerapan metode HDD dalam pemasangan pipa HDPE berdiameter 700 mm pada crossing pipa gas di Jalan Syakyakirti, Kelurahan Karang Jaya, Kota Palembang. Studi ini dilakukan dengan menganalisis metode pelaksanaan, faktor keberhasilan, serta mitigasi risiko yang diterapkan selama proses pengeboran dan pemasangan pipa. Metode penelitian ini melibatkan survei geoteknik untuk menentukan karakteristik tanah, pemilihan alat seperti Pilot Bore Sensor untuk memantau jalur pengeboran, serta penggunaan slurry mix yang tepat untuk menjaga stabilitas lubang bor. Proses pelaksanaan HDD terdiri dari beberapa tahap utama, yaitu pengeboran pilot, pelebaran lubang bor menggunakan back reamer, dan penarikan pipa (pullback process) dengan teknik yang terkontrol guna mencegah deformasi atau kegagalan pipa. Jarak aman antara pipa gas eksisting dengan jalur HDD dipertahankan dalam rentang 5–7 meter untuk mengurangi potensi risiko. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode HDD berhasil diterapkan dengan baik, dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam menjaga posisi dan arah pengeboran. Penggunaan slurry mix yang tepat terbukti dapat mengurangi gesekan dan meningkatkan efisiensi proses pengeboran. Selain itu, pengendalian kecepatan pullback yang konstan menjadi faktor kunci dalam mencegah deformasi pipa HDPE selama instalasi. Studi ini menyimpulkan bahwa metode HDD merupakan teknik yang aman dan efisien untuk pemasangan pipa di area dengan keterbatasan ruang dan keberadaan infrastruktur bawah tanah.

Katakunci: Horizontal Directional Drilling (HDD), Pipa HDPE, Slurry Mix, Pengeboran Terarah.

PENDAHULUAN

Peningkatan infrastruktur energi di perkotaan membutuhkan metode pemasangan pipa yang efisien dan minim gangguan. Tantangan utama adalah keberadaan infrastruktur eksisting seperti pipa gas, kabel bawah tanah, dan drainase. Metode konvensional sering menyebabkan gangguan lalu lintas, risiko kerusakan utilitas, dan biaya pemulihan tinggi. Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) adalah teknik pengeboran tanpa galian terbuka yang digunakan untuk pemasangan pipa di bawah infrastruktur seperti jalan, sungai, dan rel. Keunggulannya terletak pada minimnya gangguan lingkungan dan efisiensi dibanding metode konvensional (Siregar, 2024).

HDD terdiri dari tiga tahap utama: piloting, reaming, dan pullback. Piloting membuat lubang awal sesuai jalur yang direncanakan, diikuti reaming dan pullback yang menentukan keberhasilan pemasangan pipa sesuai desain (Sudiyono & Hariyanto, 2024).

Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa produktivitas metode HDD dapat dioptimalkan dengan penggunaan teknologi kontrol arah pengeboran berbasis GPS serta pemilihan *drilling fluid* yang sesuai dengan kondisi geoteknik setempat. Dengan demikian, metode ini semakin menjadi pilihan utama dalam pemasangan pipa modern yang ramah lingkungan dan efisien (PNJ Repository, 2024).

Salah satu proyek penerapan metode ini adalah pemasangan pipa HDPE berdiameter 700 mm pada crossing pipa gas di Jalan Syakyakirti, Kelurahan Karang Jaya, Kota Palembang. Dalam proyek ini, metode HDD diterapkan untuk memastikan bahwa pipa dapat terpasang dengan aman, tanpa mengganggu pipa gas milik Pertamina Gas yang telah ada di lokasi tersebut.

Keberhasilan proyek ini bergantung pada perencanaan, pemilihan peralatan, dan teknik yang sesuai dengan karakteristik tanah. Penelitian ini mengevaluasi efektivitas HDD dalam pemasangan pipa HDPE 700 mm serta memberikan rekomendasi untuk proyek serupa. HDD kini menjadi teknologi pengeboran tanpa parit yang semakin diterapkan dalam infrastruktur bawah tanah. Jin & Wei (2022) mengusulkan optimasi jalur HDD dengan algoritma Improved Radial Movement Optimization (IRMO).

Tantangan utama HDD adalah merancang jalur optimal untuk mengurangi gesekan dan menjaga stabilitas. Metode tradisional trial-and-error memakan waktu dan biaya. Jin & Wei (2022) mengoptimalkan desain dengan algoritma IRMO dan lintasan catenary, mempercepat proses dan meningkatkan efisiensi dengan mempertimbangkan tekanan lumpur bor. Pendekatan ini efektif untuk proyek HDD kompleks seperti pengeboran bawah sungai atau di area padat.

Wisniowski *et al.*, (2020) meneliti efektivitas HDD berdasarkan desain lintasan pengeboran. Mereka membandingkan classic sectional trajectory dan catenary trajectory, menemukan bahwa kombinasi keduanya dengan optimasi algoritma genetika dan state-space search meningkatkan efisiensi serta mengurangi risiko kegagalan akibat kondisi geologi.

Li *et al.*, (2021) menyoroti tantangan teknis HDD, terutama distorsi lintasan akibat variasi tanah. Dengan simulasi pemodelan, mereka menyesuaikan jalur pengeboran untuk menghindari kendala teknis, menunjukkan bahwa pemodelan akurat dapat meningkatkan keberhasilan proyek HDD dengan meminimalkan kesalahan desain dan gangguan tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a) Menganalisis penerapan HDD dalam pemasangan pipa HDPE 700 mm di lokasi proyek.
- b) Mengevaluasi faktor teknis yang mempengaruhi keberhasilan pengeboran, seperti Pilot Bore Sensor, slurry mix, dan teknik pullback.
- c) Mengidentifikasi kendala HDD serta memberikan solusi dan rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas metode ini di proyek serupa.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan yang lebih komprehensif mengenai penggunaan HDD sebagai metode yang aman, efisien, dan ramah lingkungan dalam instalasi pipa bawah tanah di kawasan perkotaan yang memiliki keterbatasan ruang dan infrastruktur yang kompleks.

METODE PENELITIAN

Proyek pemasangan pipa HDPE 700 mm dengan metode HDD di Jalan Syakyakirti, Palembang, menghadapi tantangan keberadaan pipa gas Pertamina Gas, sehingga HDD dipilih untuk meminimalkan dampak infrastruktur. Tanah lempung berpasir dengan kandungan air tinggi memerlukan slurry mix yang tepat untuk stabilitas lubang bor. Survei geoteknik dilakukan sebelumnya untuk menentukan parameter teknis optimal.

2.1. Peralatan dan Material

Beberapa peralatan utama yang digunakan dalam metode HDD meliputi:

- a) Mesin HDD dengan daya dorong dan tarik sesuai karakteristik tanah (Gambar 1).



Gambar 1 Alat *Horizontal Directional Drilling*

- b) Pilot Bore Sensor yang dipasang pada mata bor untuk mendeteksi arah, posisi, sudut, dan kedalaman pengeboran secara real-time (Gambar 2).



Gambar 2 Alat Pilot Bore Sensor

- c) Back Reamer memperlebar lubang bor bertahap hingga diameter 800 mm (Gambar 3).



Gambar 3 Alat Back Reamer

- d) Swivel Joint untuk mencegah puntiran saat proses pullback pipa HDPE (Gambar 4).



Gambar 4 Pulling Head Diameter 300 mm s.d 800 mm

e) Slurry Mix System, yang terdiri dari:

1) Bentonite: Menjaga stabilitas lubang bor dan mengurangi gesekan.

Sodium bentonite (Gambar 5) mengembang saat basah, menyerap air hingga beberapa kali massa keringnya. Dengan sifat koloid yang baik, ia digunakan dalam lumpur pengeboran sumur, minyak, gas, serta penyelidikan geoteknik dan lingkungan. Kemampuannya sebagai sealant menjadikannya efektif untuk menyegel dinding dengan permeabilitas tinggi, terutama dalam pengamanan lubang bor. Aplikasi ini lebih optimal dengan tambahan polymer agent.



Gambar 5 Cairan Pengeboran Sodium Bentonite

2) Polymer: Mengikat tanah lembek dan mengontrol kadar air.

Cairan Polymer (Gambar 6) menjaga stabilitas lubang bor di tanah kurang stabil seperti pasir dan kerikil. Formula ini mengikat struktur tanah, membentuk lapisan tipis yang rapat, serta gel kuat untuk mengurangi kadar air dan memastikan pembersihan optimal.



Gambar 6 Cairan Pengeboran Polymer

3) Wetting Agent: Mengurangi gesekan dengan tanah lengket.

Wetting agent (Gambar 7), digunakan untuk meminimalkan dampak filtrasi air dan stabilitas lubang boring dalam tanah yang sangat berair dan rawan longsor. Juga sebagai pelumas bagi alat-alat boring yang bekerja dalam tanah.



Gambar 7 Cairan Pengeboran Wetting Agent

Material utama yang digunakan adalah pipa HDPE berdiameter 700 mm, yang telah disambungkan terlebih dahulu dengan metode butt fusion welding sebelum proses penarikan (pullback) (Gambar 8).



Gambar 8 Penyambungan Pipa HDPE dengan Alat Sambung Butt Fusion

2.2. Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan HDD dalam proyek ini melalui beberapa tahapan utama:

1. Survei dan Perencanaan

Tahap awal pelaksanaan HDD dimulai dengan survei dan perencanaan yang bertujuan untuk menentukan jalur pengeboran yang optimal. Jalur pengeboran ditentukan berdasarkan survei geoteknik dan analisis kondisi tanah guna memastikan stabilitas dan keamanan selama proses pengeboran (Gambar 9).

Desain pengeboran mempertimbangkan jarak aman 5–7 meter dari pipa gas eksisting untuk menghindari risiko. Lubang PIT Boring Manual berfungsi sebagai titik awal pengeboran, dirancang agar stabil dan memudahkan operator mengontrol jalur pengeboran. Lokasi PIT dipilih berdasarkan analisis geoteknik guna mencegah keruntuhan tanah.



Gambar 9 Jalur Pemasangan Pipa Dimater 700 mm

1. Pengeboran Pilot (Pilot Bore Drilling)

Pengeboran pilot merupakan tahap awal dalam proses HDD, di mana mata bor pilot dimasukkan melalui entry pit dan diarahkan menggunakan Pilot Bore Sensor untuk memastikan jalur pengeboran sesuai dengan perencanaan.

Pengeboran dilakukan dengan kecepatan terkendali sambil mengeluarkan slurry mix untuk menjaga stabilitas lubang bor dan mengurangi gesekan pipa. Posisi dan sudut pengeboran dipantau real-time agar sesuai desain. Gambar 12 menunjukkan long section perlintasan pipa HDPE terhadap infrastruktur sekitar, sementara Gambar 14 menampilkan cross section pipa di bawah jembatan untuk memastikan keamanan fondasi dan stabilitas tanah. Kedalaman dan kemiringan jalur disesuaikan berdasarkan analisis geoteknik dan keselamatan konstruksi.

2. Pelebaran Lubang Bor (Reaming Process)

- Setelah jalur pilot berhasil dibuat, dilakukan pelebaran bertahap dengan back reamer hingga mencapai diameter 800 mm.
- Swivel joint dipasang untuk mengurangi gaya torsi selama proses pelebaran.
- Slurry mix terus dialirkan untuk mencegah runtuhnya tanah dan mengurangi gesekan antara alat dan tanah.

3. Penarikan Pipa (Pullback Process)

Setelah proses pelebaran lubang bor selesai, dilakukan tahap penarikan pipa HDPE yang telah disambung sebelumnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan pulling head reamer untuk memastikan pipa dapat ditarik dengan aman melalui jalur pengeboran yang telah disiapkan.

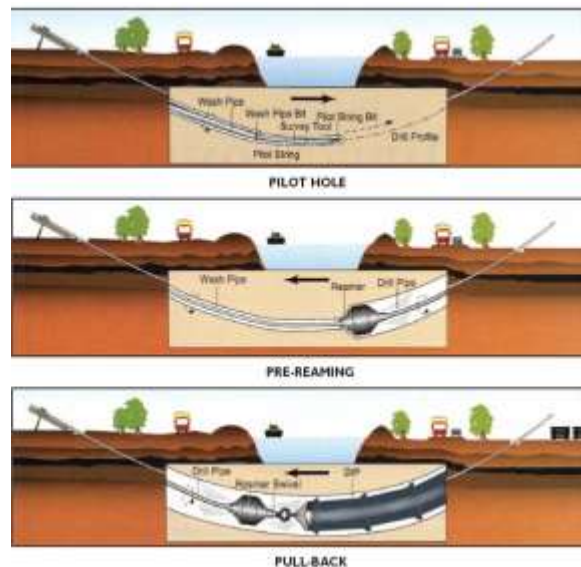
- Kecepatan pullback dikontrol agar tidak melebihi 1–2 meter per menit guna menghindari deformasi atau kerusakan pada pipa.
- Tim mitigasi selalu bersiaga selama proses pullback untuk menangani potensi hambatan atau gangguan yang mungkin terjadi di sepanjang jalur pemasangan.

Gambar 15 menunjukkan detail pemasangan aksesoris pada pipa HDPE setelah proses pemasangan utama selesai. Aksesoris seperti fitting, flange adaptor, dan sistem penyambungan lainnya digunakan untuk

memastikan koneksi yang kuat dan kedap terhadap kebocoran. Instalasi aksesoris ini dilakukan dengan mengikuti standar teknis yang telah ditetapkan untuk menjamin keamanan serta keandalan sistem perpipaan dalam jangka panjang.

Secara garis besar, keseluruhan proses pengeboran, termasuk pengeboran pilot (Pilot Bore Drilling), pelebaran lubang bor (Reaming Process), dan penarikan pipa (Pullback Process), dapat dilihat pada Gambar 10.

Selain itu, Gambar 11 menunjukkan layout jalur pemasangan pipa HDPE berdiameter 700 mm yang melintasi pipa gas eksisting di lokasi proyek. Layout ini dirancang dengan mempertimbangkan kondisi geoteknik serta jarak aman terhadap infrastruktur bawah tanah lainnya, guna meminimalkan risiko gangguan selama proses pengeboran.



Gambar 10 Gambaran Metode Kerja General

4) Evaluasi dan Penyelesaian

- Setelah pipa terpasang, dilakukan pengujian tekanan dan inspeksi visual untuk memastikan integritas sambungan pipa.
- Area kerja dipulihkan dan pipa dinyatakan siap untuk digunakan.

2.3. Parameter Keberhasilan

Keberhasilan metode HDD dalam proyek ini diukur berdasarkan beberapa parameter berikut:

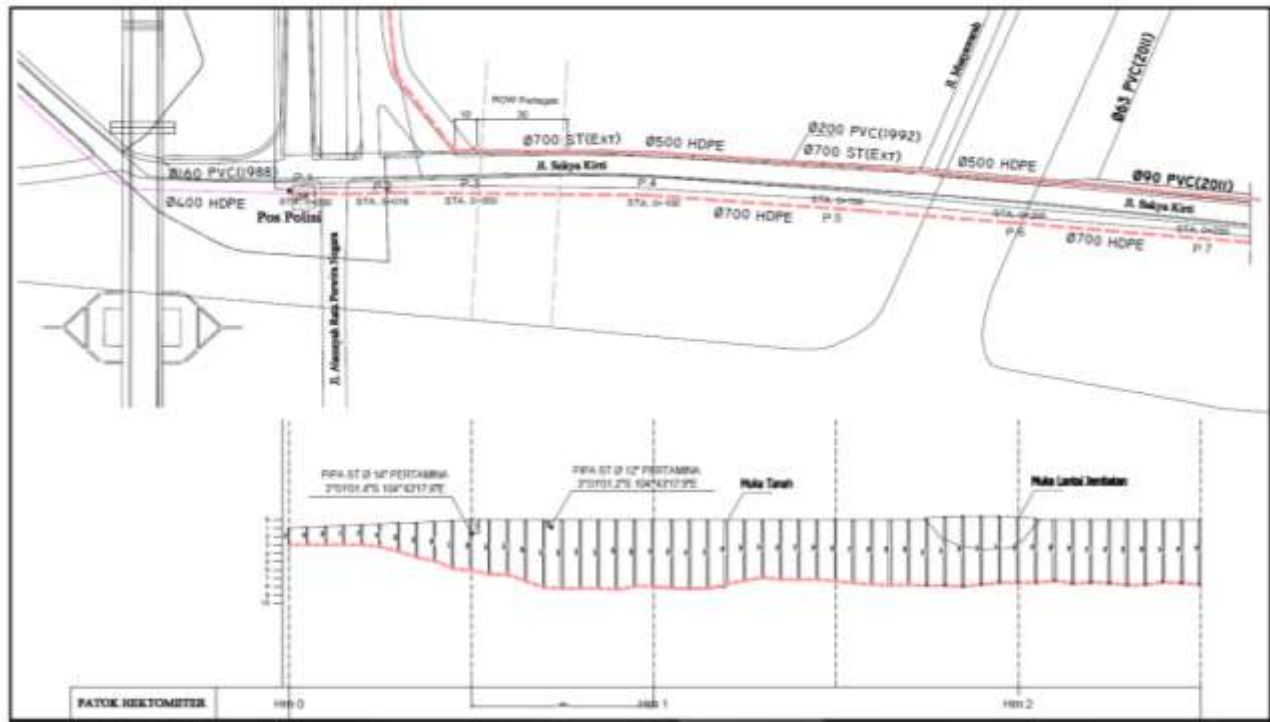
- a) Ketepatan jalur pengeboran berdasarkan data dari Pilot Bore Sensor.
- b) Keberhasilan pullback tanpa deformasi atau kegagalan pipa.
- c) Efektivitas slurry mix dalam menjaga stabilitas lubang bor.

- d) Minimnya gangguan terhadap infrastruktur eksisting, terutama pipa gas Pertamina Gas.

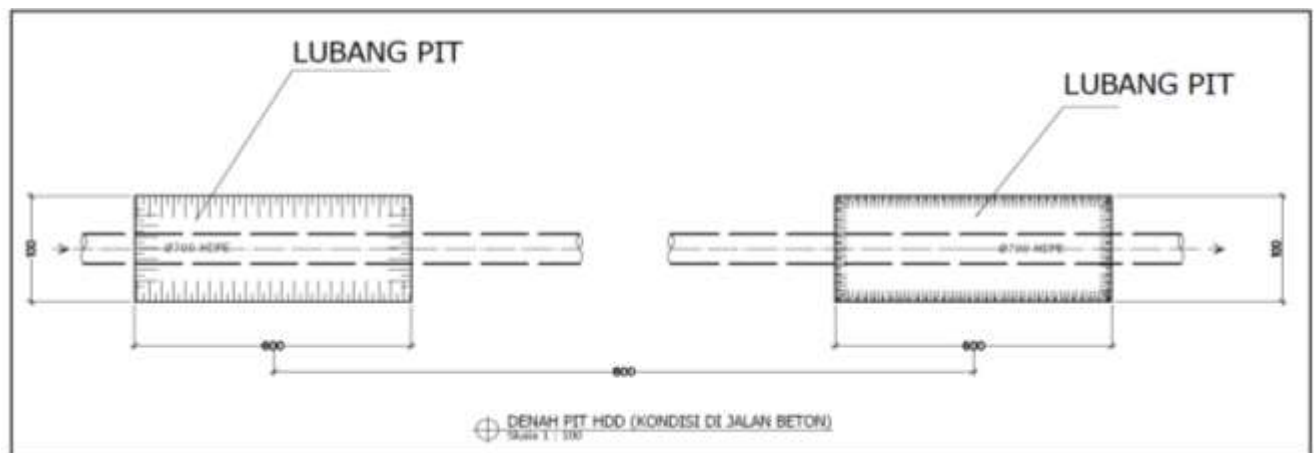
Dengan metodologi yang tepat, HDD dapat menjadi solusi ideal untuk instalasi pipa bawah tanah di lingkungan perkotaan yang kompleks dan memiliki banyak infrastruktur bawah tanah.



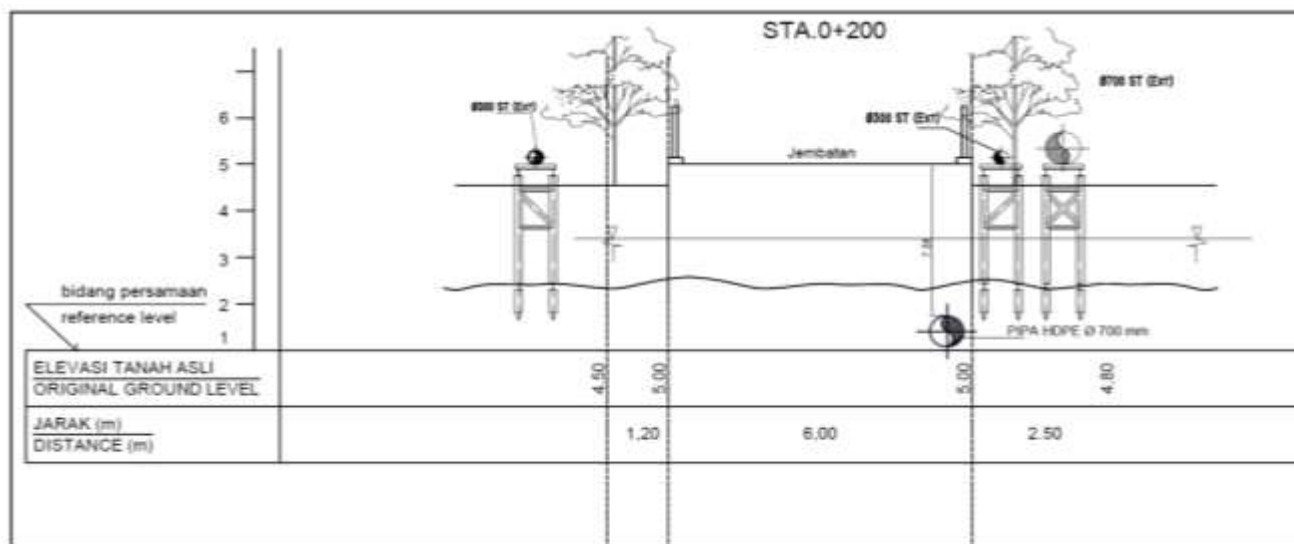
Gambar 11. Layout Jalur Pemasangan Pipa Diameter 700 mm



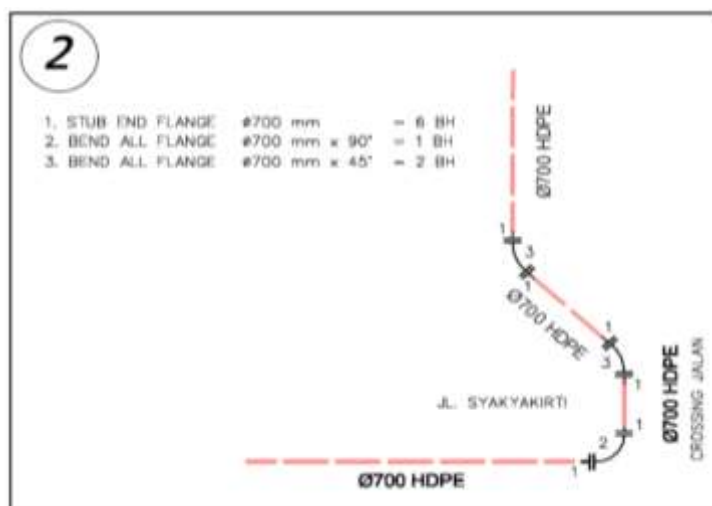
Gambar 12. Long Section Perlintasan Pipa Pertamina Gas dan Jembatan Sungai



Gambar 13. Detail Lobang PIT Boring Manual



Gambar 14. Cross Section Perlintasan Jembatan Pipa



Gambar 15. Detail 2 Pemasangan Aksesoris

HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Evaluasi Pelaksanaan HDD

Metode HDD diterapkan dalam proyek pemasangan pipa HDPE 700 mm di Jalan Syakyakirti, Kota Palembang dengan melihat aspek teknis, lingkungan dan keamanan untuk meminimalkan gangguan terhadap infrastruktur terutama pipa Pertamina gas.

Penelitian Machfud & Hermawan (2025), menunjukkan bahwa HDD mempercepat rehabilitasi pipa hingga 35,5% dibanding metode lain, berkat optimalisasi mesin dan minimnya gangguan lalu lintas. HDD juga memungkinkan pemasangan tanpa merusak jalan, sehingga cocok untuk wilayah perkotaan padat.

Proyek diawali dengan perencanaan jalur pengeboran berdasarkan survei geoteknik untuk menganalisis karakteristik tanah dan tingkat kesulitan pengeboran. Parameter teknis, seperti kedalaman, sudut pengeboran, dan jarak aman terhadap infrastruktur bawah tanah, dihitung dengan cermat untuk menjamin keselamatan proyek.

2) Proses Pengeboran Pilot (*Pilot Bore Drilling*)

Langkah awal metode HDD adalah pengeboran pilot dengan memasukkan mata bor dari entry pit yang ditentukan, menembus tanah hingga kedalaman aman 5–7 meter di bawah pipa gas eksisting. Proses ini menggunakan Pilot Bore Sensor, yang memberikan data real-time mengenai arah, posisi, sudut, dan kedalaman pengeboran untuk memastikan jalur tetap sesuai desain. Data ini dipantau melalui alat penerima portabel oleh operator.

Pengeboran dilakukan secara kontinyu dengan drilling mud atau slurry mix, yang terdiri dari:

- Bentonite: Menstabilkan lubang bor dan mengurangi gesekan.
- Polymer: Mengikat tanah lembek dan mengurangi kadar air.
- Wetting Agent: Mengurangi gesekan dengan tanah lengket.

Keberhasilan pengeboran pilot bergantung pada presisi navigasi dan formulasi slurry mix yang tepat.

3) Proses Pelebaran Lubang Bor (*Reaming Process*)

Setelah pengeboran pilot selesai, langkah selanjutnya adalah pelebaran lubang bor agar pipa HDPE dapat ditarik masuk dengan lancar. Proses ini dilakukan dengan *back reamer*, yang memperbesar lubang secara bertahap:

- Diameter 300 mm (tahap pertama)
- Diameter 500 mm (tahap kedua)
- Diameter akhir 800 mm (1,3 kali diameter pipa HDPE)

Back reamer dipasang dengan *swivel joint* untuk mengurangi torsi dan mencegah puntiran pipa saat pelebaran. *Slurry mix* dialirkan terus-menerus guna menjaga stabilitas lubang bor dan mengurangi gesekan dengan tanah.

4) Proses Penarikan Pipa (*Pullback Process*)

Setelah lubang bor diperbesar sesuai spesifikasi, tahap berikutnya adalah penarikan pipa HDPE 700 mm ke dalam jalur bor yang telah terbentuk. Langkah-langkah dalam proses ini meliputi:

1. Persiapan Pipa

- a) Pipa HDPE disambung terlebih dahulu menggunakan metode butt fusion welding.
- b) Penyambungan dilakukan dalam panjang optimal untuk mengurangi gangguan selama proses penarikan.

2. Penarikan Pipa (Pullback)

- a) Pipa ditarik menggunakan pulling head reamer yang terhubung dengan swivel joint.
- b) Kecepatan penarikan dikontrol agar tidak lebih dari 1–2 meter per menit untuk menghindari tekanan berlebih.
- c) Gaya tarik maksimum yang diperbolehkan tidak boleh melebihi spesifikasi kekuatan pipa HDPE.

3. Antisipasi Freak Out

- a) Penarikan dilakukan secara perlahan dan kontinyu untuk mencegah deformasi atau kegagalan pipa.
- b) Tim mitigasi freak out berjaga selama proses pullback untuk mengatasi potensi hambatan atau ketidaksempurnaan pemasangan pipa.

5) Faktor Keberhasilan Penerapan HDD

Keberhasilan HDD ditentukan oleh beberapa faktor utama:

1. Presisi navigasi, dengan Pilot Bore Sensor untuk memastikan jalur pengeboran sesuai desain.
2. Pengelolaan drilling mud yang tepat untuk menjaga stabilitas lubang bor dan mengurangi friksi.
3. Jarak aman 5–7 meter dari pipa Pertamina Gas guna menghindari gangguan terhadap infrastruktur.
4. Kontinuitas pullback, di mana penarikan pipa dilakukan perlahan dan stabil untuk mencegah insiden.

6) Tantangan dalam Implementasi HDD

Meskipun HDD efektif, terdapat beberapa tantangan dalam pelaksanaannya, seperti variasi kondisi tanah yang memengaruhi pengeboran, keterampilan operator yang harus tinggi dalam mengoperasikan alat, serta risiko kegagalan lubang bor yang dapat menyebabkan runtuh dan menghambat pemasangan pipa.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa metode ini memberikan solusi yang efektif, efisien, serta aman dalam instalasi perpipaan bawah tanah.

1. Efektivitas dan Akurasi HDD dalam Instalasi Pipa

- Berdasarkan hasil survei geoteknik, jalur pengeboran dirancang dengan mempertimbangkan kondisi tanah, yang memiliki nilai kohesi (c) 25–35 kPa dan sudut geser dalam (ϕ) 28–35°, menunjukkan kestabilan tanah yang cukup baik.
- Pengeboran dilakukan pada kedalaman 4–6 meter, memastikan jarak aman (5–7 meter) dari pipa gas eksisting untuk menghindari risiko interferensi atau kebocoran.
- Akurasi jalur pengeboran mencapai ± 5 cm dari desain awal, yang menunjukkan keberhasilan sistem navigasi HDD dalam mempertahankan presisi pengeboran.

2. Keberhasilan Tahapan Pelaksanaan HDD

- *Pilot Bore Drilling*: Proses pengeboran awal dilakukan dengan kecepatan terkendali, menggunakan slurry mix untuk menjaga stabilitas lubang bor dan mengurangi risiko keruntuhan tanah.
 - *Reaming Process*: Diameter lubang bor diperbesar bertahap hingga mencapai ukuran yang sesuai, dengan laju reaming 1–1,5 meter per menit untuk mengurangi tekanan berlebih pada tanah.
 - *Pullback Process*: Pipa HDPE ditarik dengan kecepatan terkontrol 1–2 meter per menit, guna menghindari deformasi atau freak out pada pipa.
3. Kinerja Pipa HDPE dalam Proses Instalasi
- Pipa HDPE yang digunakan memiliki kekuatan tarik 23 MPa, elongasi >350%, serta ketahanan terhadap tekanan hidrostatik, menjadikannya pilihan ideal untuk metode HDD.
 - Uji kebocoran dilakukan setelah pemasangan dengan metode hydrostatic pressure test pada tekanan 1,5 kali tekanan operasi, dan hasilnya menunjukkan tidak ada kebocoran dalam seluruh segmen pipa.
4. Efisiensi Waktu dan Biaya Dibandingkan Metode Konvensional
- Waktu pengerjaan proyek menggunakan HDD lebih cepat hingga 30–40%, dibandingkan metode galian terbuka yang memerlukan proses pemulihan permukaan tanah atau jalan.
 - Biaya total proyek berkurang sekitar 50% dibandingkan metode konvensional, terutama karena tidak adanya penggalian besar dan pemulihan aspal jalan yang signifikan.
5. Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan Infrastruktur
- Metode HDD mengurangi emisi karbon sebesar 20–30%, karena tidak memerlukan pengangkutan tanah galian dalam jumlah besar.
 - Minimnya galian terbuka juga mengurangi gangguan lalu lintas dan risiko longsor di sekitar area proyek, menjaga keberlanjutan lingkungan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Jin, L., & Wei, J. (2022). Research on Horizontal Directional Drilling (HDD) Trajectory Design and Optimization Using Improved Radial Movement Optimization. *Applied Sciences*, 12(23), 12207. <https://doi.org/10.3390/app122312207>
- Li, X., Zhang, Y., Wang, L., & Chen, J. (2021). *Challenges and Simulation-Based Solutions for HDD Trajectory Distortion in Energy Infrastructure Projects*. *Journal of Pipeline Engineering*, 32(4), 255-268.
- Machfud, M., & Hermawan, S. (2025). *Pemasangan Pipa HDPE dengan Metode Horizontal Directional Drilling pada Rehabilitasi Pipa Jalan Diponegoro Surabaya*. *Jurnal Dimensi Insinyur Profesional*, 2(2), 45–49. <https://doi.org/10.9744/jdip.2.2.45-49>
- Politeknik Negeri Jakarta. (2024). *Analisis Produktivitas dan Biaya HDD dalam Pemasangan Pipa*. Repository PNJ.
- Siregar, K. S. (2024). *Analisis Perbandingan Pemasangan Pipa dengan Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) dan Metode Jacking pada Proyek Jaringan Perpipaans Transmisi Sistem DC Cilincing*. Politeknik Negeri Jakarta. <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/21045>.

- Sudiyono, & Hariyanto. (2024). *Perencanaan dengan Horizontal Directional Drilling untuk Pemasangan Pipa di Area Crossing*. Media Neliti.
- Wisniowski, R., Łopata, P., & Orłowicz, G. (2020). *Numerical Methods for Optimization of the Horizontal Directional Drilling (HDD) Well Path Trajectory*. *Energies*, 13(15), 3806.
<https://doi.org/10.3390/en13153806>.