

ANALISIS METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PIPA (*HIGH DENSITY POLYERYLINE DIAMETER NOMINAL*) PADA PDAM DI KECAMATAN BUNDER MANYAR KABUPATEN GRESIK

Muhammad Sofyan¹, Yurnalisdel², Suhudi³

¹²³ Teknik Sipil/Fakultas Teknik dan Teknologi/Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
sofvandaun123@gmail.com/[085852552794](tel:085852552794)

Diterima (bulan, tahun), direvisi (bulan, tahun), diterbitkan (bulan, tahun)

Abstrak

Pembangunan jaringan perpipaan air minum merupakan bagian penting dalam penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) yang berkelanjutan. Keberhasilan pelaksanaan pekerjaan perpipaan sangat dipengaruhi oleh ketepatan pemilihan metode pelaksanaan yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Proyek SPAM Umbulan Sub Distribution Center (Sub DC) Bunder–Manyar di Kabupaten Gresik merupakan proyek strategis yang menggunakan pipa High Density Polyethylene (HDPE) dengan diameter nominal besar dan panjang trase yang cukup signifikan. Kondisi lapangan yang beragam, seperti area terbuka, perlintasan jalan, dan perlintasan sungai, menuntut penerapan metode pelaksanaan yang tepat agar pekerjaan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis metode pelaksanaan pekerjaan pipa HDPE DN yang diterapkan pada proyek tersebut, menganalisis biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan, serta mengevaluasi progres pekerjaan berdasarkan kondisi aktual di lapangan. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi langsung di lapangan serta studi dokumentasi terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan pekerjaan, dan laporan progres proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode galian terbuka (open cut) lebih dominan digunakan pada area dengan kondisi lahan terbuka dan akses yang mudah, sedangkan metode Horizontal Directional Drilling (HDD) diterapkan pada area perlintasan jalan dan sungai. Dari hasil analisis biaya dan waktu pelaksanaan, penerapan metode yang sesuai dengan kondisi lapangan mampu meningkatkan efisiensi pelaksanaan pekerjaan serta mendukung pencapaian progres proyek sesuai dengan rencana. Dengan demikian, pemilihan metode pelaksanaan yang tepat memiliki peran penting dalam keberhasilan proyek jaringan perpipaan air minum.

Abstract

The development of drinking water pipeline networks is an essential component in the implementation of a sustainable Water Supply System (SPAM). The success of pipeline construction is strongly influenced by the selection of appropriate construction methods that are adapted to field conditions. The Umbulan Water Supply System Sub Distribution Center (Sub DC) Bunder–Manyar Project in Gresik Regency is a strategic project that

utilizes High Density Polyethylene (HDPE) pipes with large nominal diameters and considerable pipeline length. The diverse field conditions, including open areas, road crossings, and river crossings, require appropriate construction methods to ensure effective and efficient project implementation. This study aims to analyze the construction methods of HDPE DN pipeline installation applied in the project, analyze the cost and time of project execution, and evaluate work progress based on actual field conditions. The research method used is descriptive with qualitative and quantitative approaches. Data were obtained through direct field observations and documentation studies, including the cost budget plan, project schedule, and progress reports. The results indicate that the open cut method is predominantly applied in open land areas with easy access, while the Horizontal Directional Drilling (HDD) method is used in road and river crossing areas. Cost and time analysis shows that the application of appropriate construction methods improves project efficiency and supports the achievement of planned project progress. Therefore, proper selection of construction methods plays a crucial role in the success of drinking water pipeline projects.

Keyword : Metode open cut, Horizontal Directional Drilling (HDD), cost and time analysis, work progress, SPAM Umbulan

1. PENDAHULUAN

Pada pelaksanaan proyek perpipaan, aspek merupakan faktor utama yang saling berkaitan dan menentukan biaya, waktu, dan kualitas konstruksi keberhasilan proyek. Tahap awal perencanaan kegiatan menjadi sangat penting karena perencanaan yang baik akan menjadi dasar agar proyek dapat berjalan sesuai rencana dan selesai tepat waktu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya biaya dan waktu pelaksanaan proyek serta menganalisis tingkat keterlambatan atau kemajuan pada akhir proyek. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana, meliputi *Time Schedule* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) (Rivda Muhammad & 1, 2023). Kegagalan dalam proyek konstruksi sering kali disebabkan oleh perencanaan yang kurang matang sehingga tidak memberikan nilai tambah, bahkan menimbulkan pemborosan (*waste*) atau *Non-Value Adding Activities*. Faktor penyebab terjadinya pemborosan tersebut antara lain ketidakefektifan unsur manajemen proyek yang meliputi tenaga kerja, metode kerja, material, peralatan, dan lingkungan kerja, yang pada akhirnya dapat memicu keterlambatan penyelesaian proyek (Montolalu et al., 2024).

Perkembangan kegiatan industri konstruksi menuntut penerapan manajemen proyek yang memiliki tingkat ketelitian, kecepatan, keterpaduan, dan efisiensi yang tinggi. Proyek konstruksi pada umumnya memiliki batas waktu pelaksanaan (*deadline*), sehingga keberhasilan proyek tidak hanya ditentukan oleh kualitas hasil pekerjaan, tetapi juga oleh ketepatan waktu dan efisiensi biaya. Hal ini menjadi kepentingan utama baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor pelaksana (Usman et al., 2021). Untuk mengurangi risiko keterlambatan dan pemborosan, diperlukan perbaikan dalam perencanaan proyek melalui penerapan metode pelaksanaan yang tepat, seperti metode open cut dan Horizontal

Directional Drilling (HDD). Metode tersebut digunakan untuk mengidentifikasi potensi *waste* serta memperkirakan kebutuhan sumber daya, waktu, dan biaya secara lebih akurat. Metode open cut khususnya dinilai efektif sebagai alternatif pengendalian waktu pelaksanaan agar pekerjaan dapat diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari jadwal yang direncanakan, sejalan dengan prinsip-prinsip *lean project management* (Womack & Jones, 2003). Pada proyek SPAM, kebutuhan teknis meliputi kapasitas dan rute pemasangan pipa serta standar mutu material yang ditetapkan oleh PDAM setempat. Pipa HDPE harus memenuhi persyaratan kualitas, diameter nominal, serta ketahanan terhadap tekanan dan korosi. Proyek pemasangan pipa ini dilaksanakan di beberapa kecamatan di Kabupaten Gresik, yaitu Kecamatan Kebomas, Bunder Manyar, dan Duduk Sampeyan. Penelitian ini difokuskan pada Kecamatan Bunder Manyar dengan panjang pemasangan pipa HDPE DN mencapai $\pm 5,8$ km, namun ruang lingkup penelitian dibatasi pada segmen sepanjang ± 3 km dengan waktu pelaksanaan selama 4 bulan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini berjudul “Analisis Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pipa High Density Polyethylene (HDPE) Diameter Nominal pada PDAM di Kecamatan Bunder Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.”

2. MATERI DAN METODE

Pipa High Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu jenis pipa termoplastik yang banyak digunakan dalam pekerjaan jaringan perpipaan air minum karena memiliki karakteristik teknis yang sesuai dengan kebutuhan sistem penyediaan air minum. Berdasarkan standar dan literatur teknis yang digunakan, pipa HDPE memiliki sifat fleksibel, ringan, tahan terhadap korosi, serta memiliki ketahanan yang baik terhadap tekanan kerja dan pengaruh lingkungan. Karakteristik tersebut menjadikan pipa HDPE mampu beradaptasi terhadap pergerakan tanah dan perubahan kondisi lapangan tanpa menimbulkan kerusakan struktural yang signifikan. Penggunaan pipa HDPE dalam proyek Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) juga didukung oleh keunggulan pada sistem penyambungannya. Penyambungan pipa HDPE umumnya dilakukan dengan metode pemanasan, yaitu metode butt fusion dan electrofusion.

Metode ini menghasilkan sambungan yang bersifat homogen, di mana kekuatan sambungan setara atau bahkan melebihi kekuatan pipa itu sendiri. Sambungan yang baik akan mengurangi potensi kebocoran pada jaringan perpipaan sehingga meningkatkan keandalan sistem distribusi air minum dalam jangka panjang. Dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa HDPE, metode pelaksanaan pekerjaan memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan proyek. Metode pelaksanaan harus disesuaikan dengan kondisi lapangan, meliputi kondisi tanah, kedalaman pemasangan pipa, kondisi lingkungan sekitar, serta keberadaan utilitas eksisting. Terdapat dua metode pelaksanaan utama yang umum diterapkan pada pekerjaan pemasangan pipa air minum, yaitu metode galian terbuka (open cut) dan metode tanpa galian, salah satunya Horizontal Directional Drilling (HDD)

Metode galian terbuka (*open cut*) merupakan metode pelaksanaan konvensional yang dilakukan dengan cara menggali tanah sepanjang trase pipa sesuai dengan dimensi galian yang telah direncanakan. Setelah galian selesai, pipa HDPE dipasang pada dasar galian yang telah dipersiapkan, kemudian dilakukan penyambungan antar pipa sesuai dengan spesifikasi teknis.

Tahap selanjutnya adalah penimbunan kembali galian dan pemadatan tanah hingga kondisi permukaan kembali seperti semula. Metode *open cut* relatif mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan peralatan khusus yang kompleks, namun dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitar, terutama pada area dengan kepadatan lalu lintas dan aktivitas masyarakat yang tinggi. Metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) merupakan metode pemasangan pipa tanpa galian terbuka yang dilakukan dengan cara pengeboran horizontal dari titik masuk menuju titik keluar yang telah direncanakan. Metode ini banyak diterapkan pada perlintasan jalan, sungai, dan area dengan keterbatasan ruang karena mampu meminimalkan gangguan pada permukaan tanah serta mengurangi dampak sosial dan lingkungan. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa meskipun metode HDD memiliki biaya pelaksanaan yang lebih tinggi dibandingkan metode *open cut*, penerapannya dinilai lebih efektif pada lokasi tertentu karena mampu mengurangi risiko kerusakan infrastruktur eksisting serta biaya tidak langsung lainnya.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk mendeskripsikan secara rinci tahapan pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa HDPE DN yang diterapkan di lapangan, mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan pekerjaan utama, hingga tahap penyelesaian pekerjaan. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk menganalisis data biaya pelaksanaan, waktu pekerjaan, serta progres pekerjaan berdasarkan data aktual proyek. Objek penelitian adalah pekerjaan pemasangan pipa HDPE DN pada proyek Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Umbulan Sub Distribution Center (Sub DC) Bunder–Manyar di Kabupaten Gresik. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung di lapangan untuk memperoleh gambaran kondisi aktual pelaksanaan pekerjaan. Selain itu, dilakukan studi dokumentasi terhadap dokumen proyek yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), jadwal pelaksanaan pekerjaan (*time schedule*), laporan harian dan mingguan proyek, serta laporan progres pekerjaan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui keterkaitan antara metode pelaksanaan yang diterapkan dengan biaya, waktu, dan progres pekerjaan yang dicapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Proyek

Pada proyek ini, metode *open cut* digunakan pada area terbuka dan lahan kosong, sedangkan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) diterapkan di lokasi-lokasi yang sulit digali seperti perlintasan jalan utama, sungai, dan area padat utilitas (Kurniawan, 2019). Berdasarkan Tabel 3.2 di bawah ini, menunjukkan bahwa pekerjaan jaringan pipa utama

(JDU) menjadi komponen dominan dengan porsi biaya sekitar 73,6 % dari total anggaran proyek.

Pekerjaan ini meliputi pengadaan dan pemasangan pipa HDPE DN 630 mm yang dilaksanakan dengan kombinasi dua metode utama, yaitu *open cut* dan *Horizontal Directional Drilling* (HDD). Pemilihan metode kombinatif ini dilakukan untuk menyesuaikan kondisi lapangan. Area yang masih berupa lahan kosong atau bahu jalan tanpa utilitas padat dipasang menggunakan sistem *open cut*, sedangkan di lokasi yang melintasi jalan raya, sungai, dan area dengan utilitas bawah tanah padat digunakan metode HDD.

Tabel 3.2 Lingkup Pekerjaan Proyek SPAM Regional Umbulan (5,8 Km)

No.	Komponen Pekerjaan	Uraian	Metode Pelaksanaan	Volume / Jumlah	Nilai (Rp)	Proporsi (%)
1.	Pekerjaan Perpipaan JDU DN 630 mm (SDR 17 PN 10)	Pemasangan pipa utama HDPE melalui metode <i>open cut</i> dan HDD	<i>Open cut</i> & HDD	± 5 807 m	25.387.366.712	73,6
2.	Perlintasan Sungai (C-PS-01 & C-PS-02)	Crossing pipa menggunakan casing baja galvanis	HDD / Jacking Pipe	2 unit	818.345.278	2,4
3.	Perlintasan Jalan (C-PJ-01 s.d. 07)	Crossing jalan tanpa galian terbuka	HDD	7 unit	2.315.616.323	6,7
4.	Air Valve Chamber	Titik pembuangan udara dan kontrol tekanan	<i>Open cut</i>	5 unit	340.406.546	1,0
5.	Connection ke Pipa Eksisting	Sambungan DN 630 mm ke jaringan DN 315 mm	<i>Open cut</i>	2 unit	321.330.591	0,9
6.	Wash Out	Titik penguras jaringan pipa	<i>Open cut</i>	1 unit	87.033.073	0,25
7.	Komisioning dan uji sistem	Uji tekan dan fungsi hidraulis sistem pipa	–	1 sistem	15.584.865	0,05
Total		-	-	-	34.489.248.945	100%

(Sumber: Data RAB Proyek SPAM Regional Umbulan – Paket Gresik, 2023).

Pekerjaan utama pada proyek Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Umbulan untuk

segmen Sub DC Bunder–Manyar dilaksanakan menggunakan pipa *High Density Polyethylene* (HDPE) berdiameter nominal 630 mm dengan klasifikasi SDR 17 dan tekanan nominal PN 10.

Proyek ini menggunakan kombinasi dua metode pemasangan, yaitu metode terbuka (*open cut*) dan metode bor arah (*horizontal directional drilling* atau HDD). Prasetyo (2021), mengatakan bahwa metode *open cut* umumnya digunakan pada jalur yang mudah diakses seperti lahan terbuka atau bahu jalan, sedangkan HDD digunakan untuk penyeberangan jalan raya atau sungai agar tidak mengganggu permukaan. Kombinasi dua metode ini menunjukkan pendekatan teknis yang adaptif terhadap kondisi lapangan, terutama di kawasan Manyar yang memiliki infrastruktur padat dan tingkat aktivitas industri tinggi.

Tabel 3.5 Data Progres Lapangan Proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder-Manyar (Segmen 3 km)

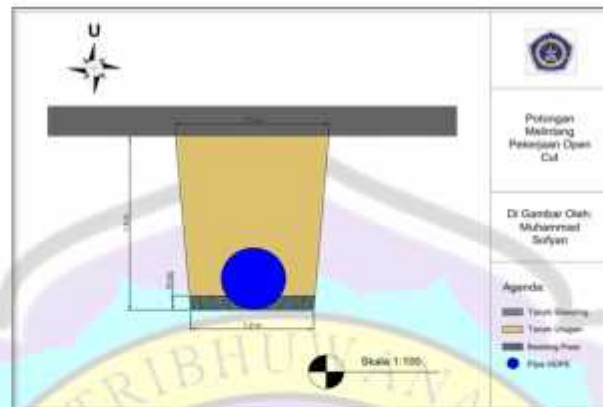
No	Jenis Pekerjaan Utama	Volume Capaian	Satuan	Presentase Capaian Mingguan (%)	Keterangan
1	Mobilisasi alat & material, pembersihan <i>trase</i>	150	m	5,0	Penggunaan basecane lama mepercepat persiapan
2	Galian tanah & pemasangan pipa awal	400	m ³	10,5	Tanah lempung lembab kondisi mudah digali
3	Pemasangan pipa <i>open cut</i> lanjutan	500	m	13,0	Dua tim kerja paralel, produktivitas tinggi
4	Pekerjaan reinstatement dan pemadatan	900	m ³	15,0	Melintasi area permukiman padat
5	HDD crossing jalan	270	m	13,5	Kondisi tanah homogen, efisiensi tinggi
6	HDD crossing sungai	270	m	14,0	Penarikan langsung tanpa sambungan tengah
7	Valve chamber dan reinstatement akhir	4	unit	14,0	Aktivitas paralel reinstatement & valve
8	Serah terima sementara	3.000	m	15,0	Uji tekanan stabil proyek siap operasi
Total				100	Durasi efektif 8 minggu (56 hari kerja)

(Sumber: Hasil Observasi dan Analisis Data, 2025).

Berdasarkan hasil observasi, progres fisik proyek menunjukkan tren peningkatan yang stabil tanpa adanya keterlambatan signifikan. Fase pekerjaan utama (minggu ke-3 hingga ke-6) memiliki bobot progres tertinggi, karena melibatkan kegiatan padat alat dan tenaga seperti galian, penyambungan pipa, dan pekerjaan HDD. Berdasarkan hasil observasi, progres fisik proyek menunjukkan tren peningkatan yang stabil tanpa adanya keterlambatan signifikan. Fase pekerjaan utama (minggu ke-3 hingga ke-6) memiliki bobot progres tertinggi, karena melibatkan kegiatan padat alat dan tenaga seperti galian, penyambungan pipa, dan pekerjaan HDD.

3.3 Analisis Metode Pelaksanaan Proyek

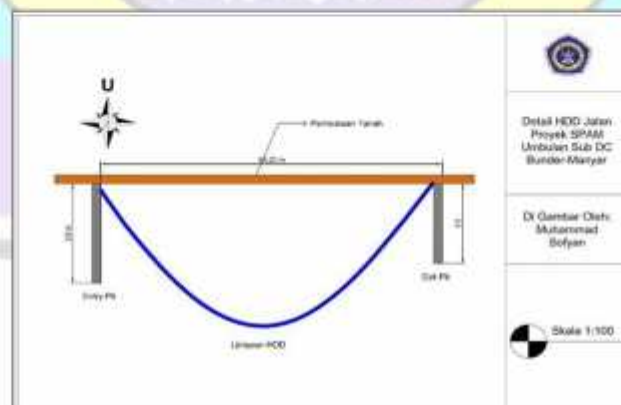
Metode *open cut* merupakan teknik pemasangan pipa bawah tanah yang paling umum diterapkan pada proyek jaringan air minum di Indonesia, termasuk pada proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar di Kabupaten Gresik. Berdasarkan Gambar 4.3 diatas, maka dapat diturunkan detail pekerjaan pemasangan pipa HDPE 630 mm dengan metode *open cut* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Potongan Melintang Metode Open Cut

(Sumber: AutoCad, 2025)

Metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) merupakan salah satu teknologi konstruksi modern yang digunakan dalam pekerjaan pemasangan pipa bawah tanah tanpa galian terbuka. Pada proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar Kabupaten Gresik, metode ini digunakan secara selektif untuk segmen-segmen khusus yang melintasi jalur padat utilitas atau struktur permukaan penting seperti jalan nasional dan saluran sungai.



Gambar 3.3 Detail HDD Jalan Proyek SPAM Sub DC Bunder Manyar

(Sumber: AutoCad, 2025)

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai perbedaan karakteristik kedua metode pelaksanaan, dilakukan perbandingan metode open cut dan HDD berdasarkan beberapa aspek utama, sebagaimana disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.6 Perbandingan Metode Open cut dan HDD pada kerjaan Pipa SPAM Umbulan Sub DC Bunder-Manyar

Aspek	Metode <i>Open cut</i>	Metode HDD
Panjang Observasi (m)	±2.460	±540
Estimasi Biaya per Meter (Rp/m)	752.004	4.413.207
Kondisi Tanah Ideal	Tanah lempung padat, mudah digali	Tanah sedang hingga keras, tidak berpasir lepas
Kecepatan Pemasangan	±80–100 m/hari	±40–50 m/hari (tergantung kondisi tanah)
Gangguan Lingkungan	Tinggi (penggalian terbuka, lalu lintas terganggu)	Rendah (tanpa galian permukaan)
Risiko Teknis Utama	Longsoran, genangan, reinstatement aspal	Deviation arah bor, kemacetan alat
Kebutuhan Peralatan	Excavator, truk, compactor	Mesin bor HDD, rig, pompa lumpur
Kualitas Hasil Sambungan	Konsisten (uji hidrostatik memenuhi standar)	Konsisten (uji hidrostatik memenuhi standar)
Efisiensi Biaya	Tinggi	Rendah (biaya tinggi per meter)
Efisiensi Waktu di Lokasi Padat	Rendah	Tinggi
Dampak Terhadap Lalu Lintas	Signifikan	Minim

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2025)

Tabel 3.6 diatas memperlihatkan dengan jelas perbedaan karakteristik antara dua metode pelaksanaan utama dalam proyek SPAM Umbulan , dapat disimpulkan bahwa pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan pipa pada proyek SPAM Umbulan telah dilakukan secara rasional dan adaptif terhadap kondisi eksisting. Kombinasi proporsional antara *open cut* dan HDD tidak hanya mencerminkan pertimbangan teknis, tetapi juga efisiensi manajerial dalam mengoptimalkan sumber daya dan waktu pelaksanaan.

3.4 Analisis Biaya dan Waktu Pelaksanaan

Analisis biaya yang digunakan dalam penelitian ini perhitungan harga satuan mencakup tiga unsur pokok, yaitu tenaga kerja, material dan peralatan. Perbedaan nilai harga satuan ini disebabkan oleh perbedaan tingkat kompleksitas teknis dan kebutuhan peralatan khusus.

Tabel 3.7 Rincian Perhitungan Analisa Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Volume (m / unit)	Harga Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)	Proporsi (%)	Keterangan
1.	Pengadaan Pipa HDPE DN 630 mm	3.000 m	3.180.723	9.542.169.000	76,71	Berdasarkan harga satuan pengadaan pipa (RAB kontraktual)
2.	Pemasangan Pipa Metode <i>Open cut</i>	2.460 m	752.004	1.849.929.840	14,86	Termasuk galian, penimbunan, sambungan, dan pemadatan
3.	Pemasangan Pipa Metode HDD	540 m	792.609.110	427.009.000	3,43	Termasuk pembuatan pit dan proses boring horizontal
4.	Crossing Jalan dan Sungai	100 m	1.975.000	197.500.000	1,59	Terdiri dari pekerjaan C-PJ-01 s.d. C-PJ-07
5.	Valve Chamber dan Wash Out	6 unit	68.081.309	408.487.854	3,28	Termasuk Air Valve, Chamber, dan Wash Out
6.	Komisioning dan Uji Hidrostatik	1 Ls	15.584.865	15.584.865	0,13	Pencucian jaringan pipa dan uji sistem pengaliran
Total				Rp 12.440.680.559	100,00	—

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2025)

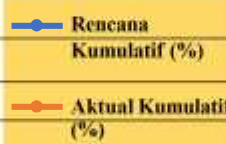
Berdasarkan dokumen *time schedule* proyek dan laporan pelaksanaan mingguan, pekerjaan pemasangan pipa HDPE direncanakan berlangsung selama 12 minggu. Pelaksanaan pekerjaan dilakukan secara bertahap mulai dari tahap mobilisasi dan persiapan, pemasangan pipa utama, pekerjaan perlintasan jalan dan sungai, hingga tahap penyambungan, pengujian, dan penyelesaian akhir. Nialai bobot hasil perhitungan ini selanjutnya di gunakan sebagai dasar penyusunan distribusi progres mingguan, progres kumulatif serta Kurva-S rencana dan aktual yang disajikan pada tabel di bawah ini, sehingga hubungan antar biaya waktu dan progres pelaksanaan dapat di analisis secara konsisten dan proposional.

Tabel 3.8 Time Schedule dan Kurva-S Proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder-Manyar Trase 5,8 Km

No	Uraian Pekerjaan Utama	Sat	Vol	Durasi (h)	Bobot (%)	Okt-23 Nov-23 Des-23 Jan-23																	Skala	Ket
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
A	Pengadaan Pipa HDPE DN 630 mm	m	5.807	69	58,62	0,57	1,15	1,72	2,3	3,45	4,6	5,75	6,32	6,9	6,32	5,75	4,6	3,45	2,3	1,72	1,15	0,57	100	Material
B	Pemasangan Pipa Open cut	m	4.730	12	10,24	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,1	1,2	1,1	1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	100	Jalur tanah
C	HDD Perlintasan Jalan	m	500	21	17,68	0,17	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	1,91	2,08	1,91	1,73	1,39	1,04	0,69	0,52	0,35	0,17	100	Jalan
D	HDD Perlintasan Sungai	m	469	10	8,7	0,09	0,17	0,26	0,34	0,51	0,68	0,85	0,94	1,02	0,94	0,85	0,68	0,51	0,34	0,26	0,17	0,09	100	Sungai
E	Valve & Wash Out	unit	7	3	2,61	0,03	0,05	0,08	0,1	0,15	0,2	0,26	0,28	0,31	0,28	0,26	0,2	0,15	0,1	0,08	0,05	0,03	100	Aksesoris
F	Finishing &	ls	1	1	0,05	0	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0	0	0	100	Akhir
Total			119	100	0,96	1,92	2,88	3,83	5,76	7,68	9,6	10,56	11,52	10,56	9,6	7,68	5,76	3,83	2,88	1,92	0,96	100		
Rencana Progres Mingguan (%)						0,96	1,92	2,88	3,83	5,76	7,68	9,6	10,56	11,52	10,56	9,6	7,68	5,76	3,83	2,88	1,92	0,96		Rencana
Rencana Progres Kumulatif (%)						0,96	2,88	5,76	9,59	15,35	23,03	32,63	43,19	54,71	65,27	74,87	82,55	88,31	92,14	95,02	96,94	100		Kumulatif

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2025)

Tabel 3.9 Time Schedule dan Kurva-S Proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder-Manyar Trase Observasi 3 Km

No	Uraian Pekerjaan Utama	Sat	Vol	Durasi (hari)	Bobot (%)	Okt-23					Nov-23				Skala (%)	Ket
						1	2	3	4	5	6	7	8			
A	Pengadaan Pipa HDPE DN 630 mm	m	3.000	29,0	52,0	6,5	8,0	9,0	10,0	9,0	6,5	3,0	0,0	100	Material	
B	Pemasangan Pipa <i>Open cut</i>	m	2.460	8,0	14,9	0,0	2,5	4,0	4,5	3,9	0,0	0,0	0,0	100	Galian	
C	HDD Jalan	m	270	6,0	11,0	0,0	0,0	1,5	2,5	3,0	2,0	0,0	0,0	100	Jalan	
D	HDD Sungai	m	270	7,0	7,0	0,0	0,0	0,0	1,5	2,5	2,0	1,0	0,0	100	Sungai	
E	Valve & Reinstatement	unit	—	4,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	100	Aksesoris	
F	Komisioning & Uji Tekanan	Ls	1	2,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	100	Akhir	
Total				56,0	100,0	6,5	10,5	14,5	19,0	18,9	11,0	4,5	0,6			
Rencana Progres Mingguan (%)						2,5	4,0	8,0	14,0	18,0	20,0	20,0	13,5		Rencana Kumulatif (%)	
Rencana Kumulatif (%)						2,5	6,5	14,5	28,5	46,5	66,5	86,5	100,0			
Aktual Progres Mingguan (%)						1,5	6,0	10,0	18,0	22,0	20,0	15,0	7,5	Aktual Kumulatif (%)		
Aktual Kumulatif (%)						1,5	7,5	17,5	35,5	57,5	77,5	92,5	100,0			
Deviasi Mingguan (%)						-1,0	2,0	2,0	4,0	-4,0	0,0	-5,0	-6,0			
Deviasi Kumulatif (%)						-1,0	1,0	3,0	7,0	11,0	11,0	6,0	0,0			

(Sumber: Hasil Analisis Data, 2025)

Berdasarkan table 3.8 dan 3.9, dapat diketahui bahwa metode open cut memiliki durasi pelaksanaan yang relatif lebih singkat dibandingkan metode HDD. Pekerjaan pemasangan pipa utama dengan metode open cut dapat dilakukan secara simultan pada beberapa titik pekerjaan sehingga mempercepat penyelesaian pekerjaan. Selain itu, kemudahan akses alat dan tenaga kerja pada area terbuka turut mendukung kelancaran pelaksanaan metode ini. Sebaliknya, metode HDD memerlukan waktu pelaksanaan yang lebih lama karena tahapan pekerjaannya lebih kompleks dan membutuhkan ketelitian tinggi. Proses penentuan titik masuk dan keluar bor, pengeboran horizontal terarah, serta penarikan pipa membutuhkan waktu persiapan yang cukup panjang. Meskipun demikian, metode HDD memiliki keunggulan dalam hal kestabilan waktu pelaksanaan pada area dengan hambatan permukaan karena tidak terpengaruh oleh kondisi lalu lintas dan aktivitas di permukaan. Hasil analisis waktu pelaksanaan juga menunjukkan bahwa beberapa faktor eksternal turut memengaruhi durasi pekerjaan, antara lain kondisi cuaca, karakteristik tanah, serta koordinasi dengan pihak terkait di sekitar lokasi pekerjaan. Pada beberapa segmen pekerjaan open cut, keterlambatan sementara terjadi akibat curah hujan yang tinggi dan kondisi tanah yang labil. Namun, keterlambatan tersebut dapat diantisipasi melalui penyesuaian jadwal kerja dan penambahan jam kerja pada segmen lain. Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa HDPE pada proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Perbedaan durasi pelaksanaan antara metode open cut dan HDD menunjukkan bahwa pemilihan metode pelaksanaan yang tepat sangat berpengaruh terhadap kinerja waktu proyek.

3.5 Analisis Progres Pekerjaan

Tingkat proses pekerjaan menggambarkan kemampuan pelaksana proyek dalam menyelesaikan setiap tahapan terhadap total rencana waktu yang ditetapkan pada segmen observasi. Penilaian ini dilakukan berdasarkan data progres lapangan selama 8 minggu kerja pada segmen sepanjang 3 km dari total panjang proyek 5,8 km, yang mencakup kombinasi metode open cut ($\pm 2,46$ km) dan *horizontal directional drilling* (HDD) ($\pm 0,54$ km). Segmen observasi ini dipilih karena mewakili lebih dari 50% panjang trase total dan mencakup seluruh jenis metode pekerjaan utama yang digunakan dalam proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar. Hasil dari perhitungan efisiensi proses menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan pada segmen observasi 3 km mencakup sekitar 51,72% dari total panjang proyek, dengan durasi aktual hanya 56 hari kalender dibandingkan rencana 119 hari kalender pada RAB 5,8 km.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada proyek SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar, pekerjaan pemasangan pipa HDPE DN 630 mm pada segmen observasi 3 km dilaksanakan menggunakan kombinasi metode open cut (± 2.460 m) dan HDD (± 540 m).

Metode open cut lebih ekonomis dan mudah diterapkan pada area terbuka, sedangkan metode HDD efektif pada titik crossing karena mampu meminimalkan gangguan permukaan meskipun dengan biaya lebih tinggi.

Total biaya pelaksanaan segmen observasi sebesar Rp12.440.680.559 dengan komponen terbesar berasal dari pengadaan pipa HDPE ($\pm 76,71\%$). Dari sisi waktu, pekerjaan dapat diselesaikan dalam 8 minggu (56 hari) sesuai *time schedule*, didukung oleh pelaksanaan pekerjaan secara paralel dan ketersediaan material yang memadai. Tingkat progres pekerjaan mencapai kontribusi 51,72% terhadap total perencanaan proyek dengan tren progres yang stabil, menunjukkan bahwa kombinasi metode open cut dan HDD efektif dalam mendukung efisiensi biaya, ketepatan waktu, dan capaian progres proyek.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, R., & Mulyana, S. (2022). Produktivitas metode open cut pada proyek pipa air bersih perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 14(2), 115–124.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI 4829.2:2015 Sistem Perpipaan Plastik – Pipa Polietilena (PE) untuk Penyediaan Air Minum*. Jakarta: BSN.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2017). *Pedoman Teknis Pelaksanaan Pekerjaan Jaringan Distribusi Air Bersih*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (2022). *Detail Engineering Design (DED) SPAM Umbulan Sub DC Bunder–Manyar*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Hendarto, Y. (2019). *Manajemen Konstruksi Infrastruktur Perpipaan Air Bersih*. Jakarta: Penerbit Andi.
- Kurniawan, R. (2019). Analisis kinerja sambungan pipa HDPE pada sistem distribusi air bersih. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 6(1), 27–36.
- PERPAMSI. (2017). *Petunjuk Teknis Pemasangan dan Penyambungan Pipa HDPE*. Jakarta: Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia.
- Prasetyo, B. (2021). Studi efisiensi metode pemasangan pipa HDPE dengan metode open cut dan horizontal directional drilling. *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, 6(3), 221–230.

Putra, D. (2022). Evaluasi efisiensi penggunaan metode HDD pada proyek sistem penyediaan air minum. *Jurnal Infrastruktur dan Konstruksi*, 5(2), 77–86.

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga

