

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Proyek Konstruksi Pipa HDPE DN

Proyek konstruksi pipa merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan (konstruksi pipa) tertentu dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi pipa selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *monay* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Dalam suatu proyek konstruksi perpipaan terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu (Kerzner, 2006).

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang memiliki dimensi waktu, biaya dan mutu untuk mewujudkan suatu rencana. Pelaksanaan suatu proyek dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan waktu, biaya dan mutu yang ditetapkan perlu dibentuk suatu sistem organisasi kerja yang dapat mengatur seluruh kegiatan yang terlibat di dalam proyek konstruksi perpipaan.

Pelaksanaan pembangunan diartikan sebagai melakukan pekerjaan pada suatu lokasi sedemikian sehingga perencanaan terwujud. Proses yang perlu dipikirkan aktif dalam hubungan dengan proses pembangunan, dimana cukup banyak profesi yang aktif dan bermacam-macam bahan yang digunakan. Diajukan kepada pihak baik yang tinggi sampai yang rendah dapat melakukan tugasnya suatu tim. Setiap orang harus mendapatkan penjelasan yang jelas dan saling bekerja sama. Hingga dapat memanfaatkan kepastian seefektif mungkin.

2.2 Jenis-Jenis Pipa PDAM

Menurut Peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat republik indonesia nomor 4 tahun 2020 tentang prosedur operasional standar penyelenggaraan sistem penyediaan air minum bahwa pengelolaan spam adalah kegiatan yang dilakukan terkait dengan kemanfaatan fungsi sarana dan prasarana spam terbangun yang meliputi operasi dan pemeliharaan, perbaikan, peningkatan sumber daya manusia, serta kelembagaan.

1. Pipa Baja (Steel Pipe)

Pipa baja menjadi pilihan tepat dalam mendistribusikan air bersih dengan kualitas khusus, seperti air minum. Material ini menonjolkan ketahanan yang luar biasa terhadap korosi dan tahan akan suhu yang ekstrem. Namun, biaya produksi untuk pipa air dengan material besi ini cenderung membutuhkan biaya tinggi sehingga kerap kali menjadi hambatan utama dalam menggunakan jenis pipa ini. ASTM ASME A106 / SA106 Pipa Baja Karbon Seamless Aplikasi: Untuk layanan suhu tinggi Sifat kimia dan sifat mekanik.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Pipa Baja

A. Tingkat dan Komposisi Kimia (%)										
Kelas	C≤	M N	P≤	S≤	Si≤	Cr≤	Cu≤	Mo≤	Ni≤	V≤
SEBUAH	0,25	0,27-0,93	0,035	0,035	0,10	0,40	0,40	0,15	0,40	0,08
B	0,30	0,29-1,06	0,035	0,035	0,10	0,40	0,40	0,15	0,40	0,08
C	0,35	0,29-1,06	0,035	0,035	0,10	0,40	0,40	0,15	0,40	0,08
B. Sifat Mekanik										
Kelas	Kekuatan Tarik (Mpa), min		Kekuatan Hasil (Mpa), min		Perpanjangan (%)		Kondisi pengiriman			
SEBUAH	330		205		20		Anil			
B	415		240		20		Anil			
C	485		275		20		Anil			

2. Pipa DCIP (Ductile Cast Iron Pipe)

Pipa besi cor ini memiliki ketahanan yang tinggi terhadap tekanan dan kekuatan fisik, membuatnya menjadi pilihan utama untuk menyalurkan air bersih dengan skala besar. Walau demikian, pipa ini sangat berat dan rentan terhadap korosi. standard: ASTM A48, ASTM A339, ASTM A47, ASTM A247, ASTM A126, ASTM A278, ASTM A319, SAE J431, ASTM A532.

Tabel 2. 2 Spesifikasi Pipa DCIP

Cast UNS	Cast Grade	Cast ASTM	Chemical Composition (% by wt.)						Minimum Mechanical Properties
			Cr	Mn	Ni	Si	C max	Mo	
F45000	CL I TYP A	A532	1,4-4,0	2,0	3,3-5,0	0,8	2,8-3,6	1,0 max	Properties vary with heat treatment

F45005	CL II TYP B	A532	14- 18	2,0	2,5max	1,5	2,0- 3,3	3,0 max	Properties vary with heat treatment
F45009	CL III TYP C	A532	23- 30	2,0	2,5max	1,5	2,3- 3,0	3,0 max	heat treatment anneal and harden

3. Pipa PVC

Pipa PVC SNI adalah produk perpipaan dari bahan baku unplasticized polyvinyl chloride (uPVC) yang diproduksi berdasarkan standar nasional Indonesia (SNI). Diproduksi dari bahan baku uPVC dengan karakter kuat, lentur dan tidak mudah rusak, dengan dua varian metode penyambungan. Aplikasi dan Spesifikasi Produk.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Pipa PVC

Property	Unit	Value
Specific Gravity	g/cm ³	
Coefficient of linear expansion	mm/m	
Thermal Conductivity		
Modulus of elasticity		
Surface resistance		
Tensile		

4. Pipa HDPE (*High-Density Polyethylene*)

Pipa HDPE atau high-density polyethylene adalah jenis pipa yang berbahan dasar polyethylene, dikenal dengan sifatnya fleksibel dan ramah lingkungan. Kelebihan lain dari pipa hdpe ini adalah penggunaannya dapat bertahan 50 tahun, tergantung dari penggunaan. Pada umumnya industri di Indonesia ukuran pipa hdpe mulai dari ½ inch (20mm) sampai 48inch (1200mm) diameter. Pipa hdpe juga memiliki beberapa jenis berdasarkan

ketahanan tekanan (pressure nominal) diantaranya PN6.3, PN8, PN10, PN12.5, PN16. Nominal angka mengindikasikan jumlah kemampuan tekanan per bar. Contohnya PN16 artinya pipa hdpe ini dapat menahan tekanan hingga 16 bar. Ukuran Dan Spesifikasi Pipa HDPE.

Tabel 2. 4 Spesifikasi Pipa HDPE

Diameter dalam (mm)	ND (inch)	OD (mm)	Tebal Pipa (MM)								Panjang Pipa per batamng/ roll (m)	
			5-4 SDR 9	5-5 SDR 11	5-6,3 SDR 13,6	5-8 SDR 17	5-10 SDR 21	5-12,5 SDR 26	5-16 SDR 33	5-20 SDR41		
			PN = PE-100	PN-20	PN-16	PN-12,5	PN-10	PN-8	PN-6,3	PN-5		PN-4
			PN = PE-80	PN-16	PN-12,5	PN-10	PN-8	PN-6,3	PN-5	PN-4		PN-3,2
16	1/2	20	2.3	1.9	1.6	-	-	-	-	-	100	
20	3/4	25	2.8	2.3	1.9	1.6	-	-	-	-	100	
25	1	32	3.6	2.9	2.4	1.9	1.6	-	-	-	100	
32	1 1/2	40	4.5	3.7	3.0	2.4	1.9	-	-	-	100	
40		50	5.6	4.6	3.7	3.0	2.4	-	-	-	100	
50	2	63	7.1	5.8	4.7	3.8	3.0	-	-	-	100	
65		75	8.4	6.8	5.5	4.5	3.6	-	-	-	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50 / 100	
80	3/4	90	10.1	8.2	8.1	6.6	4.3	3.5	-	-	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50	
100	4	110	12.3	10.0	9.2	7.4	5.3	4.3	-	-	5,8 / 6 / 11,8 / 12 / 50	
	5	125	14.0	11.4	10.3	8.3	6.0	4.8	3.9	3.1	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
125		140	15.7	12.7	11.8	9.5	6.7	5.4	4.3	3.5	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
150	6	160	17.9	14.6	13.3	10.7	7.7	6.2	4.9	4.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
	7	180	20.1	16.4	14.7	11.9	8.6	6.9	5.5	4.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
200	8	200	22.4	18.2	16.6	13.4	9.6	7.7	6.2	4.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
	9	225	25.1	20.5	18.4	14.8	10.8	8.6	6.9	5.5	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
250	10	250	27.5	22.7	20.6	16.6	11.9	9.6	7.7	6.2	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
	11	280	31.3	25.4	23.2	18.7	13.4	10.7	8.6	6.9	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
300	12	315	35.2	28.6	26.1	21.1	15.0	12.1	9.7	7.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
350	14	355	39.6	32.2	29.4	23.7	16.9	13.6	10.8	8.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
400	16	400	44.7	36.3	33.1	26.7	19.1	15.3	12.3	9.8	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
450	18	450	50.2	20.9	16.8	29.6	21.5	17.2	13.8	11.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
500	20	500	55.8	45.4	41.2	29.6	23.9	19.1	15.3	12.3	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
600	22	560	-	50.8	46.3	33.2	26.7	21.4	17.2	13.7	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
	24	630	-	57.2	52.2	37.3	30.0	21.4	19.1	15.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
700	28	710	-	64.5	58.8	42.1	33.9	24.1	21.4	17.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
800	32	800	-	72.6	66.2	47.4	38.1	27.2	24.5	19.6	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
900	36	900	-	81.7	72.6	53.5	42.9	30.6	27.6	22.0	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
1000	40	1000	-	90.2	81.7	59.3	47.7	34.4	30.6	24.5	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
1200	48	1200	-	-	90.2	67.9	57.2	38.2	36.7	29.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
1400	56	1400	-	-	-	82.4	66.7	53.2	42.9	34.4	5,8 / 6 / 11,8 / 12	
1600	64	1600	-	-	-	94.1	76.2	61.3	49.0	39.3	5,8 / 6 / 11,8 / 12	

2.3 Metode Pelaksanaan Kerja Perpipaan

Metode adalah suatu prosedur atau cara yang di tempuh untuk mencapai tujuan tertentu, pelaksanaan adalah suatu usaha atau kegiatan tertentu yang dilakukan untuk mewujudkan rencana atau program dalam kenyataan. Konstruksi adalah suatu kegiatan membangun sarana maupun prasarana dengan cara tertentu demi mencapai suatu tujuan.

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi sehingga tepat waktu. Biaya dan mutu sebagaimana di tetapkan dapat tercapai.

Metode pelaksanaan merupakan pembelajaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekaya yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pevelangan. Keadaan teknis dan ekonomis di lapangan dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. Kombinasi kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi (Dipohusodo. 1996). Penerapan metode kerja yang berbeda pada proyek yang sama akan membutuhkan biaya dan waktu yang berbeda pula.

2.3.1 Asumsi Pada Proyek Pipa HDPE DN

1. Kondisi cuaca diperkirakan memasuki masa transisi dimana cuaca hujan dan kemarau akan datang bergantian, yang selanjutnya diperkirakan akan didominasi hujan.
2. Hari Kerja Waktu pelaksanaan pekerjaan ini adalah 60 (enam puluh) hari kalender, sehingga dalam pelaksanaan telah memperhitungkan adanya hari liburnasional dan faktor lainnya terutama musim hujan.
3. Jam kerja di lapangan adalah mulai pukul 08.00 sampai dengan 16.00. Dalam hal terdapat kebutuhan khusus yang tidak dapat ditunda pada besok harinya, maka diadakan kerja lembur/malam dengan sepengetahuan dan ijin Pengawas Lapangan.
4. Sumber daya
 - a. Tenaga kerja Personil inti dalam pelaksanaan pekerjaan ini terdiri dari Site Manager, Pelaksana Pipa, Pelaksana K3, Pelaksana Pipa, Operator Mesin dengandibantu oleh personil logistik dan administrasi serta tenaga pekerjaharian. Tenaga kerja untuk pekerjaan harian menggunakan tenaga lokal berpengalaman.

- b. Bahan Material yang dibutuhkan sesuai dengan jenis item pekerjaannya.
 - c. Peralatan yang dibutuhkan sesuai dengan jenis item pekerjaannya.
5. Rencana/Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan
- a. Pengajuan jadwal pelaksanaan pekerjaan untuk seluruh jenis pekerjaan dalam bentuk kurva S.
 - b. Jadwal pelaksanaan pekerjaan dikaitkan dengan penanggalan dengandata yang memberikan
 - 1) Setiap kegiatan dan lama waktu yang diperiukan.
 - 2) Tanggai muiai yang paling cepat.
 - 3) Tanggal penyelesaian yang paling tambat.
 - 4) Kelambatan waktu.
 - 5) Lintasan Kritis.
 - c. Jadual pelaksanaan pekerjaan dapat dirubah jika diperiukan dengan persetujuan Direksi.
 - d. Lintasan kritis yang terdapat pada pekerjaan ini adalah 0 - III.3.a - III.1.a -IV.a - III.4.a - III.b,c,d – PHO sebagaimana terlampir dalam Network Planning.

2.3.2 Pekerjaan Persiapan

1. Order / Pemesanan Pipa, Asesories Pipa

Setelah adanya hasil Pemenang Lelang, maka pihak penyedia sudah dapat melakukan Pra Order Pipa, Sesaat setelah Kontrak maka langsung di lakukan Order/Pemesanan pipa dan asesories, yang dimana waktu produksinya 4 minggu, pengiriman dari Surabaya ke Kupang 1 minggu sehingga total 5 minggu pipa, asesories, telah tiba dilokasi (gudang sementara).

2. Pekerjaan Pembersihan Dan Pengukuran Dan Perijinan

Di awal minggu pertama langsung dilakukan pembersihan lokasi pekerjaan, Pengukuran dan Pematokan dan Pembuatan Direksi keet, Gudang, Barak Kerja, dan Sosialisasi di Masyarakat. Pada saat Pekerjaan Pengukuran dan

Pematokan dilakukan juga MC 0%, dan bersama direksi menentukan Peil bersama juru ukur. Kemudian dapat dibuat Gambar Soft Drawing.

3. Penyediaan Air Kerja

Penyediaan air kerja harus kontinyu (terus-menerus) ke lokasi pekerjaan dengan menggunakan mobil water tank truck dan ditampung ditempat (bak fiber) untuk membantu ketersediaan air dilapangan, terutama pada saat uji coba pengaliran yang membutuhkan jumlah air yang banyak. maka persediaan air harus banyak.

4. Pembuatan Papan Nama Proyek

Pembuatan papan nama proyek dapat dibuat pada papan tripleks dengan ukuran 1 x 1,2 meter yang bertuliskan mengenai identitas proyek tersebut, atau dapat juga di cetak pada kertas bender dengan ukuran yang sesuai dalam gambar kerja. Kemudian dipasang pada titik-titik lokasi pekerjaan.

5. Pemasangan Rambu-Rambu

Rambu-rambu lalu lintas dapat dibuat pada papan tripleks atau dicetak pada bender kemudian ditempel pada tripleks yang sesuai ukuran, kemudian di letakan pada lokasi pekerjaan, bertujuan agar pihak pengguna jalan dapat berhati-hati pada saat melewati areal pekerjaan, agar tidak terjadi kecelakaan yang tidak diinginkan.

6. Pembuatan Direksi Keet

Pembuatan direksi keet bertujuan untuk penyimpanan material dan tempat istirahat para pekerja, pembuatan direksi keet dapat digunakan dengan kayu, seng, dan tripleks sebagai dinding. Pekerjaan ini harus sesuai ukuran dalam gambar kerja. Pekerjaan dereksi keet harus kuat agar tidak terjadi kecelakan padasaat badai atau lain sabagainnya.

7. Mobilisasi Dan Demobilisasi

Mobilisasi bertujuan untuk mengadakan atau mendatangkan peralatan, personil dan perlengkapan untuk melaksanakan semua item pekerjaan di lapangan, dan mengembalikan pada keadaan yang diinginkan sesuai dengan gambar kerja. Pada saat mobilisasi alat berat diangkut menggunakan mobil dump truck. Dalam pekerjaan demobilisasi merupakan pekerjaan

pengembalian dan pemindahan peralatan yang telah dipergunakan. Beberapa item pekerjaan yang termasuk dalam mobilisasi dan demobilisasi antara lain, sebagai berikut:

- a. Mendatangkan alat-alat berat dan mengembalikannya kembali jika pekerjaan telah selesai.
- b. Mendatangkan peralatan sambung pipa, mesin las, genzet, dan lain-lain dan mengembalikannya kembali jika pekerjaan telah selesai.
- c. mendatangkan tenaga kerja ke lokasi pekerjaan.
- d. Pemberitahuan dan permintaan persetujuan terhadap jenis / kapasitas alat yang akan digunakan kepada Direksi pekerjaan oleh kontraktor.
- e. Sebelum dilakukan mobilisasi, telah dipersiapkan tempat untuk menyimpan alat-alat maupun alat berat yang dimobilisasi ke lokasi proyek.
- f. Segala resiko yang diakibatkan oleh pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi telah diatur dalam kesepakatan antar pekerja dan kontraktor.

2.3.3 Pengadaan Dan Accessories

1. Pengadaan Pipa Setelah shop drawing disetujui oleh semua pihak, maka proses pemesanan pipa bisa dilakukan. Dimana nanti pipa akan dikirim secara simultan dengan pelaksanaan pekerjaan mengingat keterbatasan gudang penyimpanan juga demi menjaga keamanan material pipa. Yang mana pada pekerjaan ini pipa yang dipakai adalah Pipa HDPE 200 PN-10 315mm (12") SNI dengan volume 522 m'. Pekerjaan ini akan dilaksanakan mulai hari ke 8 selama 30 hari.
2. Pengadaan Accessories Seiring dengan pelaksanaan pengadaan pipa, pelaksanaan pengadaan accessories pipa juga sudah harus dimulai sebelum pelaksanaan pemasangan dikerjakan. Adapun accessories yang dibutuhkan adalah:

- a. Stube Flange Ø 315mm (4 buah)
- b. Flange Adaptor Ø 315mm (2 buah)
- c. Bend Segmented Ø 315mm x 90° (1 buah)
- d. Flange Lass Ø 315 mm (1 buah)

2.3.4 Pek. Bongkaran Beton Rigid K. 350

Bongkaran beton untuk lubang pit menggunakan alat cutter agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada, apabila lahan bahu jalan masih ada untuk meminimalisir kerusakan diusahakan tidak merusak konstruksi jalan. Material sisa bongkaran harus ditempatkan sesuai dengan tempat yang telah disetujui oleh semua pihak, Volume pekerjaan ini adalah 5,59 m³, akan dilaksanakan mulai hari ke 4 selama 7 hari.

2.4 Pelaksanaan Penyambungan Pipa HDPE DN

Metode penyambungan pada pipa hdpe memiliki tiga cara yang dapat dilakukan. pertama dengan metode tanpa menggunakan alat penyambung atau *Mechanical joint*, yang kedua metode elektro fusion dengan fitting serta alat khusus yang terakhir metode menggunakan Mesin HDPE *Butt Fusion joint* metode yang terakhir yaitu menggunakan mesin hdpe butt fusion joint. karena metode ini sangat praktis dan efisien dalam pengerjaannya Mengapa dinamakan *butt fusion*, ini karena metode menyambunganya dengan dimulai dari ujung pipa atau fitting dengan yang lain. Caranya adalah dilakukan dengan memanaskan ujung pipa dua bagian tersebut dengan menggunakan Mesin HDPE, lalu disatukan kembali Setelah proses pendinginan selesai ini akan membuat kedua bagian akan menyatu dengan sempurna. hasil ini memiliki kekuatan yang sama pada badan pipa secara keseluruhan. Sehingga menjadi saluran pipa HDPE yang bertahan pada usia hingga 50 tahun, Berikut penjelasan dari tiga metode penyambungan:

2.4.1 Metode Mechanical Joint

Pipa HDPE yang disambung dengan metode *mechanical joint* harus dipasang dengan pipa sambungan *compression collar* cukup disambungkan ke ujung pipa tanpa perlu menggunakan lem pipa, sebab menggunakan penjepit, Berikut cara menyambung pipa HDPE menggunakan metode *mechanical joint*:

1. Siapkan sebuah *compression collar* yang sesuai dengan ukuran pipa, lepas *union* dan *ring* penjepitnya.
2. Pasang *union* dan *ring* penjepit ke ujung pipa HDPE yang hendak disambungkan.
3. Pasang kembali *compression collar*, lalu kencangkan menggunakan tangan atau alat pembantu.
4. Lakukan cara yang sama pada ujung pipa lainnya yang akan disambung.

2.4.2 Metode Butt Fusion

Metode *butt fusion* membuat dua pipa HDPE yang disambungkan disamakan tingginya. Setelah itu, pada ujung yang akan disambungkan dipasang mesin *butt fusion* untuk memanaskan pipa. Jika pipa sudah panas pada derajat tertentu, maka sudah bisa disambungkan dengan mesin *butt fusion welding*. Metode yang satu ini disarankan untuk diterapkan pada pipa HDPE dengan diameter 63 mm ke atas. Lebih lengkapnya, berikut ini cara menyambung pipa HDPE dengan metode *butt fusion*:

1. Pasang kedua ujung pipa HDPE yang akan disambungkan menggunakan mesin *butt fusion*.
2. Kencangkan penjepit mesin supaya ujung pipa berada pada satu sumbu.
3. Ratakan ujung kedua pipa dengan mesin perata.
4. Pasang mesin pemanas di ujung kedua pipa.
5. Sambung kedua ujung pipa tersebut.



Gambar 2. 1 Metode penyambungan pipa HDPE DN

Sumber: Dokumen Pribadi

2.4.3 Metode Electro Fusion

Sebelum menyambung pipa HDPE menggunakan metode electro fusion, kamu membutuhkan sambungan elektrik atau electric fitting yang dialiri listrik. Hal tersebut membuat pipa dapat menyatu karena panas yang dihasilkan oleh sambungan elektrik tersebut. Berikut ini cara menyambung pipa HDPE menggunakan metode electro fusion:

1. Bersihkan ujung kedua pipa yang akan disambung.
2. Letakkan kedua ujung pipa pada mesin penyambung elektrik.
3. Hubungkan elektroda yang ada pada mesin, lalu hidupkan.
4. Pipa akan benar-benar tersambung ketika mesin menunjukkan indikator lampu kuning.

2.5 Jaringan Perpipaan Air Minum

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (*equipment*) dari suatu tempat ketempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung. Fluida yang dialirkan atau digerakan dari suatu tempat ketempat tujuan yang diinginkan. Dilakukan dengan bantuan pompa maupun dengan memanfaatkan gravitasi bumi.

Pipa adalah benda berbentuk lubang silinder dengan lubang di tengahnya yang terbuat dari logam maupun dari bahan-bahan lain sebagai sarana pengaliran atau transportasi fluida berbentuk cair, gas maupun udara. Pipa digunakan untuk mengalirkan fluida (zat cair atau gas) dari satu atau beberapa titik ke satu titik atau berapa titik lainnya. Fluida yang mengalir ini memiliki temperatur dan tekanan yang berbeda-beda. Fluida yang mengalir didalam pipa akan mengalami hambatan berupa gesekan dengan dinding pipa. Hal ini akan mengakibatkan berkurangnya laju aliran dan penurunan tekanan.

Definisi sistem jaringan pipa transmisi Air bersih adalah sistem pengaliran air sebelum masuk ke bangunan pengolahan (Joko, 2010) pengaliran dapat dilakukan dengan menggunakan pompa maupun dilakukan secara gravitasi. Fungsi dari saluran transmisi adalah untuk membawa air baku dari bangunan

pengambilan air baku ke unit produksi. Atau membawa air hasil olahan unit produksi ke reservior.

Jaringan perpipaan SPAM adalah satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum yang di salurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan. Jaringan perpipaan SPAM diselenggarakan untuk menjamin kapasitas kepada kuantitas dan kualitan air minum yang di dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum. Kuantitas air minum yang dihasilkan paling sedikit mencukupi kebutuhan pokok air minum sehari-hari. Kualitas air minum yang di dihasilkan sesuai dengan ketentuann peraturan perundang-undang kontinuitas pengaliran air minum memberikan jaringan selama 24 (dua puluh empat) jam per hari.

Sistem penyediaan air minum (SPAM) diselenggarakan untuk memberikan pelayanan air minum kepada masyarakat untuk memenuhi hak rakyat atas air minum (PP No 122 tahun 2015). SPAM diselenggarakan dengan tujuan.

1. Tersedianya pelayanan air minum untuk memenuhi hak rakyat atas air minum
2. Terwujudnya pengolahan dan pelayanan air minum yang berkualitas dengan harga terjangkau.
3. Tercapainya kepentingan yang seimbng anatar pelanggan dari BUMN, BUMD, UPT, UPTD kelompok masyarakat dan badan usaha.
4. Tercapainya penyelenggaraan air minum yang efektif dan efesien untuk memperluas cakupan air minum.

2.5.1 Metode Pemasangan Pipa *Open cut*

Pemasangan pipa dengan metode *open cut* atau galian terbuka merupakan metode dengan sistem pembuatan terowongan dengan menggali tanah secara memanjang dari bidang tanah, menuju kedalaman yang sudah direncanakan (Asiyanto, 2012).

Galian *open cut* dapat dilakukan dengan cara mekanis maupun manual. Untuk pekerjaan galian tanah mekanis menggunakan alat berupa *excavator*, dan pekerjaan galian tanah manual yaitu tenaga pekerja dengan peralatan manual. Adapaun pekerjaan galian yaitu menggali area bahu / badan jalan sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan desain. Pekerjaan galian tanah harus mencakup

seluruh galian yang tidak diklasifikasikan sebagai galian batu, galian struktur, dan galian perkerasan beraspal.

Setelah galian tanah selesai dilakukan selanjutnya yaitu penanaman pipa kedalam lubang galian yang dilanjutkan dengan pekerjaan pengembalian lubang galian tersebut. Pekerjaan pengembalian dilakukan menggunakan sirtu yang dipadatkan dan dilanjutkan rekondisi jalan sesuai dengan keadaan eksisting.



Gambar 2.2 Metode Pekerjaan Open cut

Sumber: Dokumen Pribadi

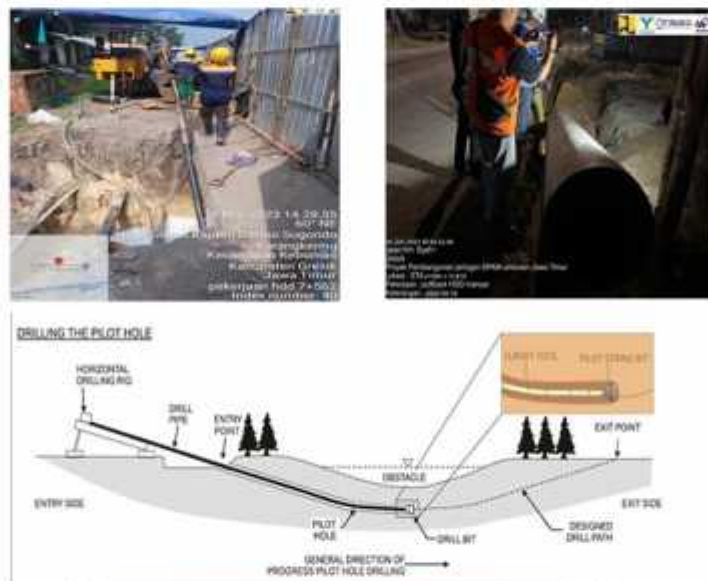
2.5.2 Metode Pemasangan Pipa HDD (*Horizontal Directional Drilling*)

Horizontal Directional Drilling (HDD) ialah metode instalasi pipa bawah tanah melalaui metode trenchless yang melibatkan penggunaan mesin *Drilling Directional* dan *Attachment*. Penggunaan pengeboran dengan menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) ini memiliki akurasi pengeboran yang lebih dari metode penempatan pipa lainnya. Adapun pengaplikasian dari pemasangan dengan metode *Horizontal Directional Drilling* adalah sebagai berikut:

1. lalu lintas perkotaan yang padat penduduk misalnya pada area jalan raya yang padat kendaraan atau kawasan tol yang rawan akan kecelakaan dan dibawah arean jalan raya akan dipasang utilitas umum seperti pemasangan *pipeline*.

2. Pada kawasan perumahan / pemukiman warga yang padat penduduk dan juga kawasan sentral usaha dimana area kawasan tersebut akan dipasang jalur *pipeline* atau instalasi sistem perpipaan. Pemilihan metode *Horizontal Directional Drilling* lebih menguntungkan daripada menggunakan metode lainnya.
3. Area sungai yang lebar dan jalur perlintasan kereta api.

Prinsip kinerja dari HDD yaitu menempatkan pekerjaan pada dua titik lokasi secara terpisah yaitu, lokasi tujuan dan lokasi sumber. Perpipaan dilakukan pengelasan yang ditempatkan pada lokasi tujuan. Sedangkan peralatan berupa mesin bor dan pipa ditempatkan pada titik lokasi sumber. *Pilot driver* diarahkan ke tanah dan memtuan menuju kedalamannya dengan memanfaatkan mata bor dengan pengaturan arahan dan tekanan dari cairan bentonite dengan tingkat kemiringan yang sudah ditentukan diarahkan menuju lapisan muka tanah pada lokasi tujuan. Perlintasan yang dibentuk oleh bor dapat diamati melalui monitor berupa *tru tracker*. Apabila sudah keluar dari titik pengeluaran maka mata bor sudah dapat dilepaskan dan digantikan dengan *reamer*. Alat ini memiliki fungsi untuk membuat lubang mencapai pelebaran diameter sekitar 12 inci menjadi lebih besar dibandingkan pipa las yang akan dipasang. Lalu pipa pengeboran akan ditarik menuju titik masuk. Apabila sudah dilakukan pelebaran maka selanjutnya pipa bor dilakukan penekanan pada titik keluran. Lalu *reamer* dilepaskan kembali dan digantikan oleh mesin *Swab, Swiveldan Universal Point*. perpipaan yang sudah dilakukan pengelasan dihubungkan dengan *Swivel*. Lalu pipa bor yang sudah disambungkan dengan pipa dilakukan penarikan menuju titik sumber atau *Pipeline Pulllback*. Setiap pipa yang akan dimasukan kedalam jalur pengeboran perlu dilakukan pengelasan dan dilakukan pemeriksaan NDT.



Gambar 2. 3 Metode Pekerjaan HDD (Horizontal Directional Drilling)

Sumber: Dokumen Pribadi

2.5.3 Metode Pemasangan Pipa Borman (*Boring Manual*)

Boring manual adalah pekerjaan membuat lubang atau galian tanah menggunakan peralatan sedemikian rupa dengan tenaga manusia yang bertujuan membuat lintasan utilitas arah mendatar atau horizontal dibawah permukaan tanah yang dihungkanoleh dua pit atau lebih. Proses boring manual yang dilakukan tanpa casing ini bisa disebut dengan “katrek” atau “bor rojok”.

Pengalian secara manual atau bisa disebut dengan boring manual ini dimulai dengan memasang mata bor yang berukuran 1” pada pipa besi panjang 2 m. mata bor tersebut ditusukan kelapisan tanah secara horizontal sesuai kedalam yang diinginkan, dengan bantuan balok kayu. Pipa yang dilengkapi mata bor terus menerus ditekan maju dan mundur exit pit. Jika lubang boring sudah bertambah panjang, pipa tersebut disambung dengan pipa berikutnya. Secara estafet, mata bor terus menerus ditekan secara horizontal hingga tembus ke pit berikikutnya.

Setelah pengeboran jalur pipa yang ditentukan telah tercapai, proses selanjutnya adalah proses pembesaran diameter lubang galian atau boring samapai dengan ukuran yang diinginkan. Proses ini biasa disebut dengan istilah “reamering” atau “me-reamer”. untuk mempermudah proses me-reamer, dibutuhkan air yang dialirkan kedalam lubang boring. Air yang kedalam lubang boring berasal dari

tandon air yang sudah disiapkan. Selama proses me-reamer tersebut, ketinggian genangan air yang timbul akibat air yang di aliri kedalam pit harus selelau dijaga dengan bantuan mesin pompa air.

Pekerjaan Boring Manual ini memiliki kelebihan yaitu dapat meminimalisir galian / pit yang terbuka, namun karena pekerjaan ini menggunakan tenaga manusia, sehingga memiliki keterbatasan kemampuan. Biasanya pekerjaan Boring Manual ini tidak bisa dilakukan untuk ukuran pipa yang besar atau diatas 12 inch atau direkomendasikan untuk pekerjaan pemasangan pipa dibawah 12 inch.



Gambar 2. 4 Metode Pekerjaan Borman (Boring Manual)

Sumber: Dokumen Pribadi

2.6 Penelitian Terdahulu

Tujuan dari penelitian terdahulu adalah sebagai upaya penelitian untuk mencari perbandingan sehingga dapat menemukan inspirasi atau konsep baru untuk penelitian yang akan diambil dan selanjutnya di samping itu kajian atau penelitian terdahulu membantu peneliti dalam memposisikan serta memberikan gambaran dari penelitian.

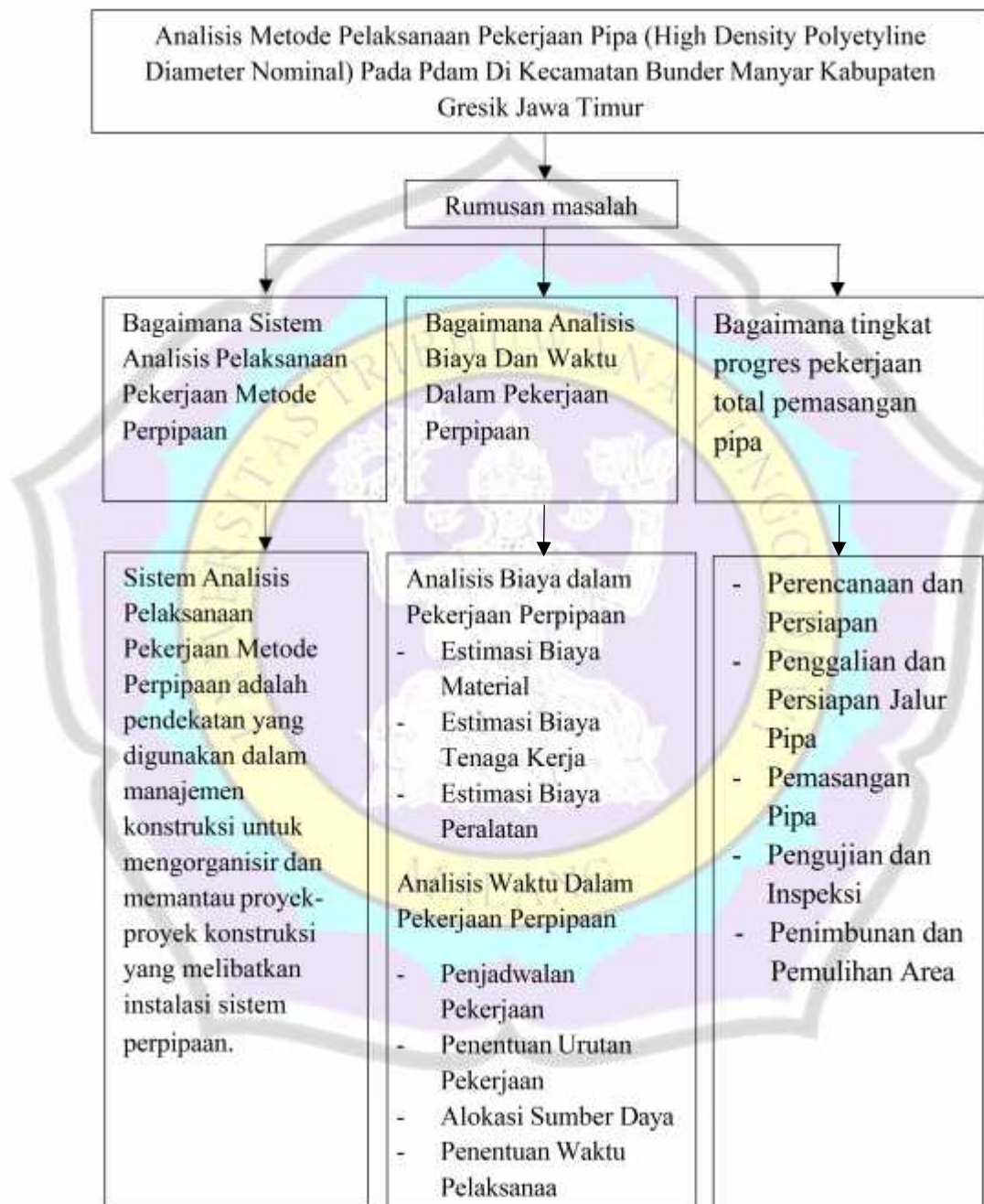
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

Nama Tahun	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil penelitian	Manfaat
Rivda Muhammad, Amiruddin Hi, Muhammad, S.T, M.T, Fitriyanti Faruk, S.T., M. Ling, Indra Altarans, S.T., M.P.W.K (Rivda Muhammad & 1, 2023).	Analisis Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crash Duration Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan Spam Ikk Tidore Timur Dalam Mendukung Sail Kota Tidore.	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui biaya dan waktu dalam pelaksanaan proyek dan berapa besar keterlambatan /kemajuan pada akhir proyek.	Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana berupa Time Schedulle dan Rencana Anggaran Biaya (RAB).	Dari Hasil penelitian ini ialah lintasan kritis dan kenaikan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) menunjukan Rencana Anggaran biaya proyek dengan waktu 120 hari sebesar Rp. 3.986.780.000.00, dan Biaya percepatan dengan penambahan jam kerja sebesar Rp.14.017.500,00, sehingga terjadi penambahan Biaya proyek sebesar Rp. 4.000.797.500,00.	Untuk mengetahui penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM IKK Tidore Timur dalam Mendukung Sail Kota Tidore.
LiaAmaliah, Yuriska Nur	Perencanaan Pemasangan Pipa Distribusi	Tujuan penelitian ini untuk mengetahui aspek keamanan	Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah Metode	Dari hasil penelitian ini Analisis distribusi beban di atas rel kereta api yang akan	untuk pemasangan pipa distribusi HDPE Ø 300 mm crossing

Larasati, and Nono Carsono.	Hdpe Ø 300 Mm Crossing Rel Kereta Api Di Jl. Ra Kartini Kota Cirebon Dengan Metode Jacking System	konstruksi pemasangan pipa distribusi HDPE Ø 300 mm dengan metode Jacking System serta mengetahui efektifitas dari perencanaan pemasangan pipa distribusi tersebut dengan melakukan analisis hidrolis	pelaksanaan pemasangan pipa yang digunakan oleh Perumda Air Minum Tirta Giri Nata Kota Cirebon adalah metode jacking system untuk pipa sepanjang 48,70 m sesuai dengan hasil kajian optimalisasi jaringan distribusi Kota Cirebon tahun 2019 menggunakan program aplikasi EPANET	bekerja pada pipa beton yaitu beban merata pada lapisan tanah asal $\sigma_2 = 9,61 \text{ N/cm}^2 = 0,98 \text{ Kg/cm}^2$ Dan beton K- 500 memiliki kekuatan tekan beton sebesar 500 kg/cm^2 atau $f_c 41,50 \text{ mpa}$ atau 4.900 N/cm^2 sehingga pipa beton K-500 Ø 450 mm crossing rel kereta api Jl. Kartini Kota Cirebon dapat menahan pembebanan yang bekerja pada pipa beton tersebut berupa beban mati/statis dan beban hidup/dinamis (beban vertikal) dan beban horizontal.	rel kereta api di Jl. RA Kartini Kota Cirebon memenuhi aspek keamanan konstruksi serta dapat meningkat kan pelayanan berdasarkan analisis hidrolis yang dilakukan.
--------------------------------	---	---	--	---	---

2.7 Kerangka Teori

Berdasarkan tinjauan literatur yang telah dilakukan sebelumnya, peneliti dapat merumuskan kerangka teori yang menjadi dasar acuan dalam penelitian ini. Konsep dasar dalam konteks penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. 5 Kerangka Teori