

**TUGAS AKHIR**

**PENERAPAN *RE-ENGINEERING* METODE PEMASANGAN PIPA PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN JARINGAN PERPIPAAN SPAM  
SEMARANG BARAT**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan  
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**Disusun Oleh :**

**Amilia Agustin  
NIM : 30202100235**

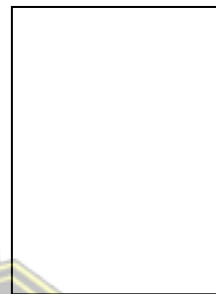
**Dian Pramirasuci  
NIM : 30202100241**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN *RE-ENGINEERING* METODE PEMASANGAN PIPA PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN JARINGAN PERPIPAAN SPAM SEMARANG  
BARAT



**Amilia Agustin**  
NIM : 30202100235

**Dian Pramirasuci**  
NIM : 30202100241

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Januari 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Lisa Fitriyana, ST., M.Eng**  
NIDN: 0610118101 .....
2. **Dr. Ir. H. Kartono Wibowo**  
NIDN: 0614066301 .....
3. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT.**  
NIDN: 0610118101 .....

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Islam Sultan Agung

**Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.**  
NIDN: 0625059102

## BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: .....

Pada hari ini tanggal Januari 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Lisa Fitriyana, ST., M.Eng  
Jabatan Akademik : Lektor  
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Dr. Ir. H. Kartono Wibowo  
Jabatan Akademik : Lektor Kepala  
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Amalia Agustin  
NIM : 30202100235

Dian Pramirasuci  
NIM : 30202100241

Judul : Penerapan *Re-engineering* Metode Pemasangan Pipa Pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan Spam Semarang Barat

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing		ACC
2	Seminar Proposal		
3	Pengumpulan data		
4	Analisis data		ACC
5	Penyusunan laporan		
6	Selesai laporan		

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Lisa Fitriyana, ST., M.Eng

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA/NIM : Amilia Agustin / 30202100235

: Dian Pramirasuci / 30202100241

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul  
“Penerapan *Re-engineering* Metode Pemasangan Pipa Pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat” benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, Januari 2023

Yang membuat pernyataan I,

Yang membuat pernyataan II,

Amilia Agustin  
NIM : 30202100235

Dian Pramirasuci  
NIM : 30202100235



## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA / NIM : Amilia Agustin / 30202100235  
Dian Pramirasuci / 30202100241  
JUDUL TUGAS AKHIR : Penerapan *Re-engineering* Metode Pemasangan Pipa  
Pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM  
Semarang Barat”

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, Januari 2023

Yang membuat pernyataan I,

Yang membuat pernyataan II,

Amilia Agustin  
NIM : 30202100235

Dian Pramirasuci  
NIM : 30202100235

## MOTTO

Kamu (Umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena Kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya ahli kitab beriman, tentulah lebih baik bagi mereka. Diantara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka orang – orang fasik. (Q.S. Ali – ‘Imran ayat 110)

Dan taatilah Allah dan Rasul-Nya dan janganlah kamu berselisih, yang menyebabkan kamu menjadi gentar dan kekuatanmu hilang dan bersabarlah. Sungguh, Allah beserta orang-orang sabar. (Q.S. Al-Anfal Ayat 46)

Ketahuiilah sesungguhnya milik Allah-lah apa yang ada di langit dan di bumi. Bukankah janji Allah itu benar? Tetapi kebanyakan mereka tidak mengetahui. (Q.S. Yunus Ayat 55)

Maka barangsiapa mengerjakan kebaikan seberat zarrah, niscaya dia akan melihat (balasan)nya, (Q.S. Az-Zalzalah Ayat 7)

"Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga." (HR Muslim, no. 2699).

"Barangsiapa yang keluar untuk menuntut ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang," (HR Tirmidzi).

"Belajarlah kalian ilmu untuk ketentraman dan ketenangan serta rendah hatilah pada orang yang kamu belajar darinya." (HR Thabrani).

"Jika seorang manusia mati, maka terputuslah darinya semua amalnya kecuali dari tiga hal; dari sedekah jariyah atau ilmu yang diambil manfaatnya atau anak shalih yang mendoakannya." (HR Muslim no. 1631).

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk :

1. Bapak Warih Prajoko, Ibu Uum Sumariani, Bapak Jaya Supena dan Ibu Masharyati selaku orang tua kami serta keluarga kami yang senantiasa membantu dalam suka maupun duka.
2. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng serta Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT yang telah berkenan membimbing kami dari awal hingga akhir laporan ini dibuat.
3. Ibu Ika dan Bapak Eko selaku PPK dan kontraktor dari Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat yang telah banyak membantu selama prosesi pengumpulan data untuk laporan ini.
4. Sahabat-sahabat kami yang selalu memberi dukungan secara moriil sehingga laporan ini bisa terselesaikan.
5. Teman-teman kelas transfer Unissula yang sudah banyak membantu dan menyemangati selama proses pembuatan Tugas Akhir.

Amilia Agustin / Dian Pramirasuci  
NIM : 30202100235 / 3020210241

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan *Re-engineering* Metode Pemasangan Pipa Pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan kelancaran pelayanan dalam urusan Akademik.
2. Ibu Lisa Fitriyana, ST., M.Eng yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT. yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, Januari 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xi
ABSTRAK.....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Penelitian .....	4
1.7 Keaslian Tugas Akhir .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Proyek Konstruksi .....	11
2.1.1 Manajemen Konstruksi .....	12
2.1.2 Perencanaan Biaya Proyek .....	14
2.1.3 Waktu Pelaksanaan Proyek .....	15
2.1.4 <i>Time Schedule</i> dengan Kurva-s .....	16
2.1.4 Metode Pelaksanaan Kerja .....	18
2.2 Jaringan Perpipaan Air Minum .....	19
2.2.1 Metode Pemasangan Pipa dengan <i>Open cut</i> .....	20
2.2.2 Metode Pemasangan Pipa dengan <i>Boring Horizontal Manual</i> .....	21
2.2.3 Metode Pemasangan Pipa dengan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	22
2.2.4 Metode Pemasangan Pipa dengan Perlintasan Pipa .....	24

2.3	<i>Re-engineering</i>	25
2.3.1	Karakteristik <i>Re-engineering</i>	25
2.3.2	Tujuan <i>Re-engineering</i>	26
<b>BAB III METODOLOGI</b>		
3.1.	Metode Pengujian	27
3.1.1.	Obyek Penelitian	27
3.1.2.	Metode Pengumpulan Data	27
3.1.3.	Metode Pengolahan Data	29
3.2.	Metode Analisis Data	30
3.3.	Bagan Alir	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Data Proyek	36
4.1.1	Data Umum Proyek	36
4.2	Analisis <i>Re-engineering</i>	40
4.2.1	Tahap Informasi	40
4.2.2	Tahap Kreatif	53
4.2.3	Tahap Analisa	54
4.2.4	Tahap Rekomendasi	102
<b>BAB V KESIMPULAN</b>		
5.1.	Kesimpulan	103
5.2.	Saran	104
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		xvi

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1	Keaslian Tugas Akhir .....	6
Tabel 4. 1	Perhitungan Reapitulasi RAB .....	38
Tabel 4. 2	Rekapitulasi Anggaran Biaya Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat .....	39
Tabel 4. 3	<i>Breakdown Cost Model</i> Rencana Anggaran Biaya .....	41
Tabel 4. 4	<i>Breakdown Cost Model</i> Pekerjaan Jaringan Distribusi dari Reservoir Manyaran 2 .....	43
Tabel 4. 5	Metode pemasangan pipa berdasarkan lokasi proyek .....	53
Tabel 4. 6	Checklist metode pelaksanaan pipa .....	54
Tabel 4. 7	Volume Pekerjaan <i>Open cut</i> .....	56
Tabel 4. 8	Volume Pekerjaan Boring Horizontal Manual .....	57
Tabel 4. 9	Volume Pekerjaan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	57
Tabel 4. 10	Volume Pekerjaan Perlintasan Pipa .....	58
Tabel 4. 11	Analisa Harga Satuan Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) ..	58
Tabel 4. 12	Analisa Harga Satuan Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) ..	59
Tabel 4. 13	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	60
Tabel 4. 14	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	61
Tabel 4. 15	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	62
Tabel 4. 16	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	63
Tabel 4. 17	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	64
Tabel 4. 18	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	65
Tabel 4. 19	Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis) .....	66
Tabel 4. 20	Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual .....	67

Tabel 4. 21	Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual .....	68
Tabel 4. 22	Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual .....	69
Tabel 4. 23	Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual .....	70
Tabel 4. 24	Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual .....	71
Tabel 4. 25	Analisa Harga Satuan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	72
Tabel 4. 26	Analisa Harga Satuan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	73
Tabel 4. 27	Analisa Harga Satuan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	74
Tabel 4. 28	Analisa Harga Satuan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	75
Tabel 4. 29	Analisa Harga Satuan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	76
Tabel 4. 30	Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pemasangan Pipa .....	77
Tabel 4. 31	Rekapitulasi Harga Pekerjaan Boring Horizontal Manual .....	79
Tabel 4. 32	Rekapitulasi Harga Pekerjaan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	80
Tabel 4. 33	Rekapitulasi Harga Pekerjaan Perlintasan .....	81
Tabel 4. 34	Rekapitulasi Biaya Alternatif I .....	85
Tabel 4. 35	Rekapitulasi Biaya Alternatif II .....	86
Tabel 4. 36	Rekapitulasi Biaya Alternatif III .....	86
Tabel 4. 37	Rekapitulasi Biaya Reservoir Manyara .....	87
Tabel 4. 38	Rekapitulasi Durasi Pekerjaan sesuai eksisting .....	88
Tabel 4. 39	Rekapitulasi Perbandingan <i>Open cut</i> dengan HDD .....	89
Tabel 4. 40	Rekapitulasi Perbandingan <i>Open cut</i> dengan Boring Horizontal Manual .....	90
Tabel 4. 41	Rekapitulasi Biaya dan Waktu dengsn Metode Perlintasan .....	91
Tabel 4. 42	Rekapitulasi Biaya dan Waktu dengsn Metode HDD .....	91
Tabel 4. 43	Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan dengan HDD .....	91
Tabel 4. 44	<i>Bar chart</i> waktu pelaksanaan sesuai rencana awal .....	93
Tabel 4. 45	<i>Bar chart</i> waktu pelaksanaan dengan metode alternatif .....	94
Tabel 4. 46	Daftar efisiensi biaya terhadap efektivitas waktu .....	95
Tabel 4. 47	Efisiensi Biaya Terhadap Efektivitas Waktu Pada Gabungan Seluruh Lokasi .....	96
Tabel 4. 48	Perbandingan Renca Anggaran Biaya Eksisting dengan Metode Alternatif .....	97
Tabel 4. 49	Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Hasil <i>Re-engineering</i> .....	97

Tabel 4. 50	Rekapitulasi Perbandingan <i>Open cut</i> dengan HDD.....	97
Tabel 4. 51	Rekapitulasi Perbandingan <i>Open cut</i> dengan .....	98
Tabel 4. 52	Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan Pipa dengan HDD .....	98
Tabel 4. 53	Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan Pipa dengan HDD .....	99



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Parameter Manajemen Proyek (Priyono, 2002) .....	14
Gambar 2. 2	Membuat <i>Time Schedule</i> dengan <i>Microsoft Project</i> .....	18
Gambar 2. 3	Metode Pemasangan Pipa dengan <i>Open cut</i> .....	21
Gambar 2. 4	Metode Pemasangan Pipa dengan Boring Horizontal Manual .....	22
Gambar 2. 5	Metode Pemasangan Pipa dengan <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	24
Gambar 2. 6	Metode Pemasangan Pipa dengan Perlintasan Pipa .....	24
Gambar 3. 1	Tampilan <i>Task Name</i> pada <i>Microsoft Project</i> .....	30
Gambar 3. 2	Langkah pembuatan hierarki / tingkatan .....	31
Gambar 3. 3	Pengisian kolom duration / durasi pekerjaan .....	31
Gambar 3. 4	Pengisian hubungan antar pekerjaan pada kolom <i>predecessor</i> .....	32
Gambar 3. 5	Tampilan Tabel pada pembutaan RAB .....	33
Gambar 3. 6	Tampilan isi Tabel RAB .....	33
Gambar 3. 7	Bagan Alir .....	35
Gambar 4. 1	Lokasi Proyek .....	37
Gambar 4. 2	Grafik Pareto Rencana Anggaran Biaya .....	41
Gambar 4. 3	Perhitungan <i>Breakdown Cost Model</i> Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 2 .....	42
Gambar 4. 4	Grafik Pareto Pekerjaan Jaringan Distribusi dari Reservoir Manyaran 2 .....	43
Gambar 4. 5	Diagram Alir Pekerjaan <i>Open cut</i> .....	47
Gambar 4. 6	Contoh Pekerjaan <i>Open cut</i> .....	48
Gambar 4. 7	Contoh Pekerjaan Boring Horizontal Manual .....	49
Gambar 4. 8	Contoh Alat <i>Horizontal Directional Drilling</i> .....	50
Gambar 4. 9	Diagram Alir Pekerjaan Boring .....	51
Gambar 4. 10	Contoh Pekerjaan Perlintasan Pipa .....	52

## ABSTRAK

Dalam suatu proyek terdapat faktor yang bisa membuat pengaruh metode pelaksanaan proyek, salah satunya penggunaan metode analisis yang kurang tepat dalam pelaksanaan sebuah proyek. Maka *Re-engineering* dengan penggunaan metode analisis yang tepat sangatlah penting dalam memulai sebuah pelaksanaan proyek. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi pada proyek, sehingga dapat mengetahui metode yang bagus, waktu yang efektif, dan biaya yang lebih efisien pada metode kerja dan pemasangan pipa dengan semaksimal mungkin dalam pelaksanaan proyek pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat.

Metode analisis ini dibuat dengan tujuan, untuk membandingkan 4(empat) metode kerja pemasangan pipa yaitu *open cut*, boring horizontal manual, *horizontal directional drilling*, perlintasan pipa. Dengan perbandingan pekerjaan meliputi galian tanah, penyambungan pipa, pemasangan pipa, urugan sirtu dan perbaikan kembali sesuai eksisting dari segi biaya dan waktu. Pada analisis ini percepatan yang digunakan adalah dengan mengganti metode pemasangan pipa & metode *overlapping*. Sehingga dengan mengganti metode kerja dalam pemasangan pipa dapat dianalisis metode biaya yang digunakan ini bisa diketahui lebih tepat untuk digunakan, dimana dengan menganalisis perhitungan biaya dengan durasi yang telah dipercepat. Biaya-biaya yang dianalisa adalah biaya bahan, biaya tenaga kerja, biaya alat, biaya manajemen, dan biaya lain-lain selain itu untuk mengetahui metode yang efektif untuk digunakan dalam menyusun anggaran biaya yang ditinjau dari segi waktu dan biaya.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan percepatan waktu dan efektif pekerjaan menggunakan alternatif menggabungkan metode kerja berdasarkan lokasi pekerjaan dengan durasi waktu kerja dari 420 hari menjadi 360 hari dari sini terdapat selisih 60 hari. Sehingga didapat pembengkakan biaya sebesar Rp 259.882.802.328,028 dari pekerjaan asli sebesar Rp. 2,301,322,000,00.

**Kata Kunci** : *re-engineering* ; *horizontal directional drilling*; *open cut*; *boring manual*; *perlintasan pipa*

## ABSTRACT

*In a project there are factors that can affect the method of project implementation, one of which is the use of analytical methods that are not appropriate in implementing a project. So Re-engineering with the use of the right analytical method is very important in Starting a project implementation. This is intended to assist in the implementation of project evaluation, so that you can find out a good method, effective time, and a more efficient cost in work methods and pipe installation as much as possible in the implementation of the West Semarang SPAM Piping Network development project.*

*This analytical method was created with the aim of comparing 4 (four) pipe installation work methods, namely open cut, manual boring, horizontal directional drilling, pipe crossing. With a comparison of work including excavation of land, pipe connection, pipe installation, fill backfill and repair back according to existing in terms of cost and time. In this analysis the acceleration used is by changing the pipe installation method & the overlapping method. So that by changing the work method in pipe installation it can be analyzed that the cost method used can be known to be more appropriate to use, which is by analyzing the cost calculation with an accelerated duration. The costs analyzed are material costs, labor costs, equipment costs, management costs, and other costs besides that to find out the effective method to use in preparing a cost budget in terms of time and cost.*

*Based on the results of the analysis, it was found that the time and effectiveness of work was accelerated by using an alternative to combining work methods based on work location with a duration of working time from 420 days to 360 days, from here there is a difference of 60 days. So that a cost increase of Rp. 259,882,802,328.028 was obtained from the original work of Rp. 2,301,322,000.00.*

**Keywords :** *re-engineering; horizontal directional drilling; open cut; manual boring; pipe crossing*

UNISSULA  
جامعة سلطان أبوبوع الإسلامية



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok bagi makhluk hidup termasuk manusia. Kebutuhan air oleh manusia tidak ada habisnya, terutama air bersih yang layak untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, memasak, bahkan yang paling penting adalah untuk minum (Robinson, 2018). Kebutuhan akan air bersih akan terus menerus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun akibat dari pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, namun tidak sejalan dengan sumber air bersih yang terus berkurang karena pencemaran dari pembuangan kotoran domestik, limbah industri, limbah padat dan aliran dari limbah pertanian ke sungai-sungai dan danau-danau, suhu tinggi akibat perubahan iklim dan curah hujan yang tinggi akan memperburuk kelangkaan air. Ketersediaan dan keberadaaan air bersih di daerah perkotaan menjadi sangat penting mengingat aktifitas kehidupan masyarakat di daerah tersebut sangat dinamis (Finanda, 2012).

Sistem Penyediaan Air Minum Jaringan Perpipaan (SPAM JP) menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum, yakni satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan Air Minum yang disalurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan. SPAM diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran.

Syarat SPAM meliputi :

1. Kuantitas air minum yang dihasilkan paling sedikit mencukupi kebutuhan Pokok air minum sehari-hari.
  2. Kualitas air minum yang dihasilkan harus sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
  3. Kontinuitas pengaliran air minum selama 24 (dua puluh empat) jam per hari.
- SPAM meliputi Unit Air Baku, Unit Produksi, Unit Distribusi dan Unit Pelayanan. Hunian dengan Akses Air Minum Perpipaan mencapai 30% (Perpres RI No. 18

tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN 2020-2024)

Pemasangan pipa Jaringan Distribusi Utama (JDU) direncanakan akan dilakukan di wilayah Semarang Barat yang di rencanakan untuk 3 ( tiga ) Kecamatan, secara administrasi berada di wilayah Kecamatan dan Kelurahan .

Jaringan distribusi adalah salah satu jaringan yang berfungsi membawa air baku dari reservoir ke lokasi distribusi yang terdiri dari jaringan distribusi primer, jaringan distribusi sekunder, dan jaringan distribusi tersier. Pada Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN) ini jaringan distribusi terbagi atas 4 jaringan dari 4 reservoir yang berbeda, yaitu jaringan distribusi dari reservoir Desel, jaringan distribusi dari reservoir Manyaran 1, jaringan distribusi dari reservoir Manyaran 2, dan jaringan distribusi dari reservoir Bbankerep. Pembangunan jaringan distribusi ini akan menyelesaikan permasalahan krisis air bersih dan penurunan permukaan tanah karena penggunaan air tanah di Kota Semarang.

Pekerjaan pada proyek SPAM Semarang Barat ini mencakup penyediaan material pipa, aksesoris/fitting, penyambungan, pengelasan, penggalian, pengangkutan hasil galian, penahan tanah, dewatering, pemasangan pipa, urugan kembali, serta perbaikan kembali perkerasan jalan. Pada proyek SPAM Semarang Barat ini perlu dilakukan *Re-engineering* metode kerja pada pekerjaan pemasangan pipa agar didapatkan biaya yang optimal dan waktu yang efisien.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas sehingga didapatkan rumusan masalah yang dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM di Semarang Barat?
2. Bagaimana desain dengan waktu yang efektif dan biaya yang efisien yang dapat digunakan dari *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM?
3. Bagaimana terjadi efisiensi biaya dan efektifitas waktu dari penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM?

4. Apa rekomendasi alternatif yang didapatkan setelah penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM

### 1.3 Maksud Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM di Semarang Barat.
2. Untuk mengetahui desain dengan waktu yang efektif dan biaya yang efisien agar dapat diterapkan pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM di Semarang Barat.
3. Untuk mengetahui jumlah/besar biaya dan waktu total sebelum dan sesudah *Re-engineering* serta efektifitas waktu dan efisiensi biaya pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM di Semarang Barat.
4. Untuk mengetahui rekomendasi alternatif yang didapatkan setelah penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM Semarang Barat.

### 1.4 Batasan Masalah

Luasnya penerapan *Re-engineering* dalam pelaksanaan konstruksi dapat mengakibatkan penyimpangan penelitian, sehingga peneliti memberikan batasan masalah. Analisis *Re-engineering* dengan studi kasus proyek pekerjaan pembangunan jaringan perpipaan SPAM Semarang Barat dibatasi beberapa hal, sebagai berikut :

1. Waktu pelaksanaan yang digunakan sesuai dengan waktu pelaksanaan kontrak awal.
2. Desain awal yang digunakan adalah desain yang dibuat oleh konsultan perencanaan.
3. Anggaran biaya dan harga satuan diambil sesuai dengan data pada RAB.
4. Perbandingan di lakukan yaitu metode pekerjaan pemasangan pipa yang meliputi galian tanah, penyambungan pipa, pemasangan pipa, urugan sirtu dan perbaiki kembali sesuai eksisting dari segi biaya dan waktu.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian tugas akhir ini yaitu untuk:

1. Bagi penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar Strata 1 (S1) jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Agung.
2. Memberikan informasi atau rekomendasi alternatif metode kerja yang lebih efisien melalui perbandingan metode proyek untuk mengurangi biaya dalam suatu proyek.
3. Menambah wawasan ilmu manajemen konstruksi khususnya mengenai *re-engineering*.
4. Diharapkan dari penelitian ini dapat menjadi solusi perbandingan metode kerja, *Time Schedule* dan biaya pelaksanaan yang lebih optimal, efisien dan ekonomis.

## 1.6 Batasan Penelitian

Pembuatan Tugas Akhir ini ada beberapa bab sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisi tentang penyusunan laporan tugas akhir dengan sub bab meliputi latar belakang laporan, rumusan masalah, tujuan dan maksud laporan, batasan masalah, manfaat penyusunan laporan serta sistematika laporan.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini berisi mengenai beberapa hal yang dijadikan sebagai dasar dalam pengambilan tema penelitian, penentuan langkah pelaksanaan dan metode penganalisaan yang diambil dari beberapa sumber yang memiliki tema sesuai dengan penelitian ini. Di dalam bab II juga berisi mengenai tinjauan pustaka, literatur dan hipotesis permasalahan yang berhubungan dengan objek penelitian yang akan digunakan dalam tugas akhir.

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Dalam bab ini berisi penjelasan tentang metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan, serta metode penyajian dan analisa data yang akan dipakai untuk mengolah data yang nantinya didapatkan.

#### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang pembahasan dan hasil dari tugas akhir ini, sehingga peneliti dapat mengetahui dan membandingkan perencanaan proyek yang asli dengan proyek menggunakan *Re-engineering* berdasarkan hipotesa dan tinjauan pustaka.

#### **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang dianalisis.



### 1.7 Keaslian Tugas Akhir

Dalam sebuah penelitian dianggap keasliannya apabila penelitian belum pernah di publikasikan sebelumnya. Pengecekan keaslian dari suatu penelitian yang akan dilakukan dengan melalui data base dari bidang – bidang ilmu yang sesuai. Berikut merupakan penelitian – penelitian yang sudah pernah dilakukan :

**Tabel 1. 1** Keaslian Tugas Akhir

NO.	TAHUN	PENULIS	JUDUL / METODE	TUJUAN	HASIL
1.	2019	1. Shifa Fauziah, 2. Fajar Nurjihad C. 3. Fardzanela Suwarto	STUDI PERBANDINGAN ALTERNATIF PENINGGIAN ELEVASI JALAN DENGAN PENGGUNAAN BANGUNAN PROTEKSI PIPA TERHADAP BIAYA, MUTU DAN WAKTU	1. Mengetahui alternatif terbaik yang dapat dilakukan dengan biaya yang optimal, 2. Mengetahui alternatif terbaik yang dapat dilakukan dengan waktu yg efisien 3. Mengetahui alternatif terbaik yang dapat dilakukan dengan sesuai standar mutu yang ditetapkan. 4. Mengetahui alternatif terbaik yang dapat dilakukan dengan	1. Perbandingan Mutu, alternatif peninggian elevasi jalan pemadatan tanah dan lapis pondasi bawah memakai <i>vibroroller</i> sehingga pemadatan lebih sempurna dan merata, sedangkan pada alternatif bangunan proteksi pemadatan tanah memakai stamper sehingga pemadatan tidak sempurna dan kurang merata 2. Perbandingan Biaya, biaya eksternal alternatif pekerjaan peninggian elevasi jalan relatif lebih kecil daripada biaya eksternal pembuatan bangunan proteksi. Biaya eksternal untuk alternatif peninggian elevasi jalan adalah Rp 13.626.916.287,02, sedangkan biaya

				menggabungkan aspek biaya, mutu dan waktu	ekternal untuk alternatif pembuatan bangunan proteksi adalah Rp 23.200.588.36,71. 3. Perbandingan Waktu Penyelesaian, pekerjaan peninggian elevasi jalan membutuhkan waktu selama 47 minggu, sedangkan bangunan proteksi membutuhkan waktu 61 minggu. 4. Berdasarkan analisa biaya, mutu dan waktu maka diambil alternatif pekerjaan peninggian elevasi jalan untuk mengatasi masalah <i>road crossing pipeline</i> .
2.	1. 2018	1. Andre Velthuzend, 2. Arif Dwi Prajasena, 3. Suprpto 4. Ismadi Raharjo	REDESAIN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) PEDESAAN DI DESA WIYONO KABUPATEN PESAWARAN		1. Berdasarkan hasil pengukuran topografi nilai elevasi pada sumber mata air lebih tinggi dari pada daerah layanan sehingga untuk perencanaan ulang sistem perpipaan air bersih untuk Desa Wiyono Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran dapat menggunakan cara pengaliran sistem gravitasi. 2. Guna mengantisipasi tingkat kekeruhan yang diakibatkan saat hujan,

					<p>maka perlu dibuat bak saringan pasir lambat dengan hasil perhitungan dimensi sebagai berikut: panjang 9,5 meter, lebar 4 meter, dan kedalaman 2.7 meter, yang dilengkapi dengan lapisan pasir 0,60 meter dan krikil 0,40 meter.</p> <p>3. Jaringan distribusi air yang direncanakan menggunakan pipa PVC dengan diameter 26 mm 140 mm, panjang total pipa yang diperlukan 5.090 meter.</p>
3.	2018	Muhammad Azka Farhan	PERENCANAAN JARINGAN PIPA DISTRIBUSI UTAMA (JDU) UNTUK PENGEMBANGAN SPAM REGIONAL DI KABUPATEN SERANG, KOTA SERANG, DAN KOTA CILEGON	<p>1. Teridentifikasinya tingkat penyediaan (supply) dan kebutuhan (demand) air minum di Kabupaten Serang, Kota Serang dan Kota Cilegon.</p> <p>2. Merumuskan secara teknis untuk Perencanaan Reservoir dan Jaringan Pipa</p>	<p>Hasil dari analisa perbandingan kedua alternatif tersebut, terpilih alternatif pertama dikarenakan lebih ekonomis dari segi panjang pipa dan penggunaan jumlah aksesorisnya. Total Perhitungan dari Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Perencanaan Jaringan Distribusi Utama (JDU) Untuk SPAM Regional Di Kabupaten Serang, Kota Serang, dan Kota</p>



				Distribusi Utama (JDU). 3. Teridentifikasinya lokasi off take/Reservoir di Kabupaten Serang, Kota Serang dan Kota Cilegon.	Cilegon. Nilai keseluruhan perhitungan adalah Rp.869.536.847.103 (Delapan Ratus Enam Puluh Sembilan Milyar Lima Ratus Tiga Puluh Enam Juta Delapan Ratus Empat Puluh Tujuh Ribu Seratus Tiga Rupiah).
--	--	--	--	---	---

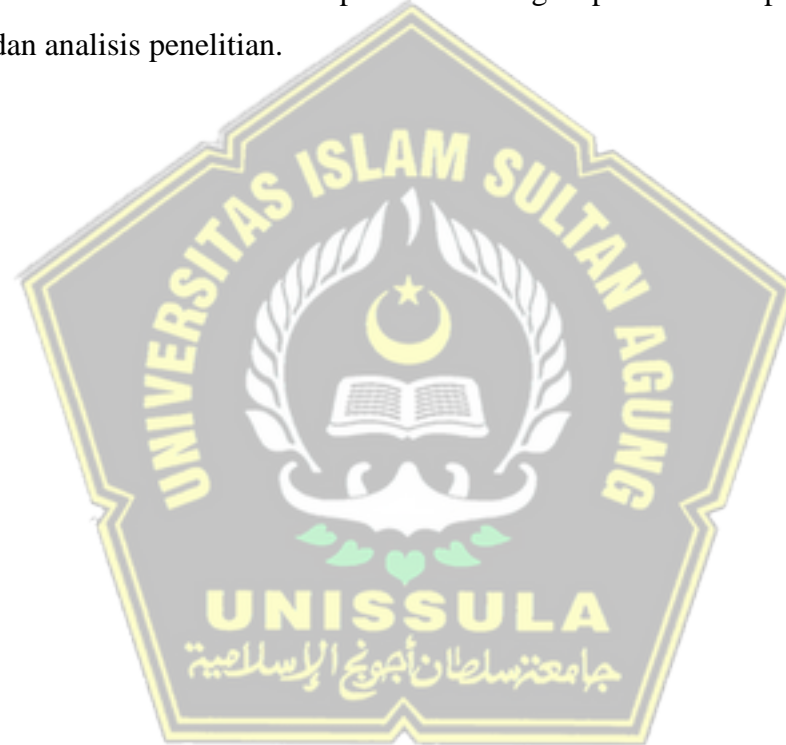
(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan Tabel diatas persamaan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan Perencanaan Jaringan Pipa Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) relative sama dengan observasi dan perbandingan alternatif perbandingan pemasangan pipa terhadap biaya, mutu, dan waktu. Secara Ilmiah, penelitian terdahulu memiliki kerangka teori yang sama untuk menerjemahkan pengertian jaringan pipa SPAM dan data yang diperoleh atau disajikan dalam penelitian bersumber dari data primer dan data sekunder yang diolah sesuai tujuan penelitian masing – masing, secara prinsip penelitian terdahulu memiliki persamaan substansi tentang pentingnya perlu pemasangan pipa SPAM untuk demand air bersih untuk kebutuhan sehari-hari.

Perbedaan penelitian terletak pada tempat penelitian. Perbedaan sangat mencolok dari penelitian terdahulu ini terletak pada teknik pengambilan data, pendekatan penelitian, analisis penelitian untuk menemukan hasil penelitian. Secara metode peneliti terbagi dua faksi, pertama pendekatan deskriptif dan kedua pendekatan perhitungan statistik untuk mengetahui penerapan jaringan pipa SPAM pada proyek terkait. Pada penelitian Shifa Fauziah dkk menggunakan analisis perbandingan biaya, mutu dan waktu pada alternatif *road crossing pipeline*. Pada penelitian Andre Velthuzend dkk menggunakan metode cara perencanaan pipa, ditinjau dari kondisi topografi dan perhitungan dimensi.

Sedang pada penelitian M.Azka dkk menggunakan metode perbandingan dua alternatif lokasi untuk perencanaan dimensi reservoir dan pipa dipilih yang paling ekonomis dari segi panjang pipa dan aksesorisnya.

Maka dapat di simpulkan Tugas Akhir yang diambil dengan judul Penerapan *Re-engineering* Metode Pemasangan Pipa Pada Proyek Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat bersifat asli dan memiliki perbedaan dengan penelitian – penelitian sebelumnya yaitu dari tempat penelitian, teknik pengambilan data, dan analisis penelitian.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi selalu memerlukan *resources* (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Dalam Suatu proyek konstruksi 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.

Pelaksanaan pembangunan diartikan sebagai melakukan pekerjaan pada suatu lokasi sedemikian hingga pembangunan terwujud. Proses yang perlu dipikirkan dalam hubungan dengan proses pembangunan, dimana cukup banyak profesi yang aktif dan bermacam-macam bahan yang digunakan. Diajukan kepada semua 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.

Organisasi kerja merupakan suatu kesatuan kerja yang dilakukan oleh sekelompok orang untuk mencapai tujuan tertentu, yang diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan keahlian orang-orang yang terlibat didalamnya.

Proses manajemen sangat berperan dalam organisasi kerja karena pada hakekatnya berfungsi untuk mengelola dan mengatur tiap-tiap anggota organisasi kerja sehingga dapat memainkan peran secara efektif, yang pada akhirnya menentukan keberhasilan suatu proyek. Hal ini terutama sekali pada proyek yang berskala besar karena banyak hal yang terkait dalam pelaksanaan proyek. Sasaran

proyek dimaksudkan untuk menghasilkan suatu bangunan yang dapat dipertanggungjawabkan seperti yang diharapkan pemilik proyek.

Manajemen berguna untuk merencanakan dan mengendalikan waktu perencanaan, pelaksanaan supervisi sehingga sesuai dengan tujuan akhir. Adapun tujuan akhir manajemen proyek adalah :

1. Tepat waktu
2. Tepat kuantitas (dimensi proyek)
3. Tepat kualitas (standar mutu)
4. Tepat biaya (sesuai biaya rencana)

### **2.1.1 Manajemen Konstruksi**

Manajemen adalah suatu proses penggunaan sumber daya yang dituangkan dalam suatu wadah tertentu, untuk mencapai tujuan atau sasaran dengan menggunakan metode dan sistematis tertentu, dalam batas ruang dan waktu tertentu, agar tercapai dayaguna dan hasilguna yang sebesar-besarnya (Priyono, 2002).

Tujuan pokok dari manajemen konstruksi ialah mengelola atau mengatur pelaksanaan pembangunan sedemikian rupa sehingga diperoleh hasil sesuai dengan persyaratan (*specification*). Menurut Muhamat Fajar (2015), penerapan konsep manajemen konstruksi yang baik adalah mulai tahap perencanaan, namun dapat juga pada tahap - tahap lain sesuai dengan tujuan dan kondisi proyek tersebut.

Berdasarkan Soeharto (1995) di dalam bukunya bahwa manajemen proyek diharuskan memenuhi fungsi dasarnya. Fungsi dasar manajemen proyek dikelompokkan menjadi 4 (empat), yaitu :

1. Pengelolaan Lingkup Proyek Lingkup proyek adalah total kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Dalam lingkup proyek, batasan-batasan yang memuat kuantitas, kualitas, dan spesifikasi merupakan hal yang perlu diperhatikan agar dalam pelaksanaannya tidak menimbulkan implementasi - implementasi yang salah antara pihak - pihak yang berkepentingan.
2. Pengelolaan waktu dan Jadwal Dalam pelaksanaan proyek, waktu dan jadwal merupakan sasaran utama dari kegiatan tersebut. Keterlambatan akan mengakibatkan kerugiankerugian misalnya penambahan biaya.

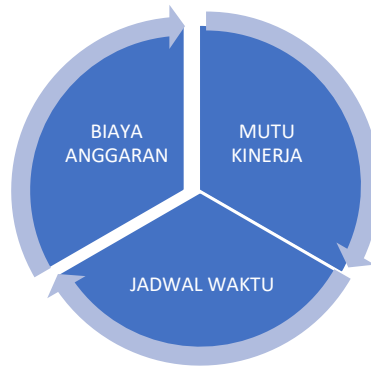
Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal.

3. Pengelolaan Biaya Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan antara dana dan kegiatan proyek. Agar pengelolaan dapat efektif, maka disusun berbagai metode dan teknik seperti penyusunan anggaran biaya, konsep nilai hasil, dan sebagainya.
4. Mengelola Kualitas dan Mutu agar kegiatan proyek tersebut dapat memenuhi syarat yang telah direncanakan, maka diperlukan proses yang panjang mulai dari mengkaji syarat-syarat pelaksanaan, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi spesifikasi, dan menuangkannya menjadi gambar kerja.

Proses untuk mencapai tujuan ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besarnya biaya (anggaran) yang dialokasi, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi pelaksana proyek yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan diatas disebut sebagai kendala (*Triple Constraint*) yaitu (Soeharto, 1997) :

1. Anggaran Proyek yang harus diselesaikan dengan biaya yang tidak boleh melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan biaya dalam jumlah besar dan jadwal pengerjaan bertahun-tahun, anggarannya tidak hanya ditentukan dalam total proyek, tetapi terbagi atas komponen-komponennya atau berperiode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian penyelesaian bagian-bagian proyek harus memenuhi sasaran anggaran per periode.
2. Jadwal Proyek harus dikerjakan dalam suatu kurun waktu yang ditentukan dan terbatas. Jika tidak, maka akan menimbulkan berbagai dampak negatif.
3. Mutu Produk atau hasil kegiatan harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan, yang berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan atau sering disebut sebagai *fit for the intended use*.

Ketiga Batasan tersebut saling berhubungan, yang berarti jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatnya mutu, yang selanjutnya akan berakibat pada naiknya biaya yang dapat melebihi anggaran yang sudah ditetapkan. Sebaliknya, jika ingin menekan biaya, maka akan berimbas pada waktu dan mutu yang ditetapkan semula.



**Gambar 2. 1** Parameter Manajemen Proyek

(Sumber : Priyono, 2002)

### 2.1.2 Perencanaan Biaya Proyek

Biaya adalah semua pengorbanan yang perlu dilakukan untuk suatu proses produksi yang dinyatakan dengan satuan uang menurut harga pasar yang berlaku, baik yang sudah terjadi maupun yang akan terjadi.

Biaya adalah kewajiban pelaksana proyek yang harus dibayarkan kepada pihak-pihak terkait dalam rangka proses pelaksanaan pekerjaan. Dalam hal ini juga belum berarti bahwa kewajiban tersebut sudah dibayarkan seluruhnya, tetapi bisa saja baru dibayarkan sebagian atau bahkan seluruhnya, namun telah menjadi suatu kewajiban dimana suatu saat sesuai perjanjian harus dibayar. Untuk istilah umum sering digunakan *Cost* atau pembelian (Asiyanto, 2010).

Perencanaan biaya untuk suatu proyek adalah prakiraan keuangan yang merupakan dasar untuk pengendalian biaya proyek serta aliran kas proyek tersebut. Pengembangan dari hal tersebut diantaranya adalah fungsi dari estimasi biaya, anggaran, aliran kas, pengendalian biaya, dan profit proyek tersebut. Estimasi biaya konstruksi memberikan indikasi utama yang spesifik dari total biaya proyek konstruksi. Estimasi biaya (*cost estimate*) digunakan untuk mencapai suatu harga kontrak sesuai persetujuan antara pemilik proyek dengan kontraktor, menentukan anggaran, dan sekaligus mengendalikan biaya proyek.

Anggaran (*budget*) suatu proyek merupakan rangkaian biaya, atau target uang yang diperlukan untuk biaya material, pekerja, subkontraktor, dan total biaya proyek. Dari sudut keuangan anggaran ini harus realistis jika dibandingkan dengan pengeluaran biaya aktual dari proyek tersebut.

Pengendalian biaya proyek adalah sebuah proses pengendalian biaya yang

dikeluarkan dalam suatu proyek, mulai dari saat gagasan pemilik untuk membuat suatu proyek sampai saat pekerjaan telah selesai dilaksanakan dan saat pembayaran terakhir dilakukan (Chandra., 2003). Untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus persamaan sebagai berikut :

Jumlah Harga = Volume X Harga Satuan ..... ( Persamaan 2.1)

Dalam melakukan estimasi biaya proyek diperlukan komponen yang menentukan besar biaya total pada proyek tersebut, seperti :

1. *Direct Cost* (Biaya Langsung)

Biaya langsung merupakan biaya yang dikeluarkan secara langsung selama pelaksanaan proyek konstruksi berjalan, seperti biaya material, biaya upah pekerja, dan biaya peralatan atau equipments yang digunakan untuk pelaksanaan proyek.

2. *Indirect Cost* (Biaya Tidak Langsung)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diakibatkan pelaksanaan proyek namun tidak berhubungan langsung dengan pelaksanaan pekerjaan. Macam - macam biaya tidak langsung yaitu :

a. Biaya *Overhead*

Biaya *Overhead* sendiri dapat terbagi menjadi 2 macam, yaitu :

➤ *Overhead* proyek (di lapangan)

➤ *Overhead* kantor

b. Biaya tidak terduga (*contingencies*)

c. Keuntungan / *profit*

### 2.1.3 Waktu Pelaksanaan Proyek

Waktu pelaksanaan proyek adalah sejumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan pembangunan suatu proyek mulai dari tahap persiapan hingga selesai. Supaya proyek yang dibangun dapat selesai dengan tepat waktu diperlukan suatu perencanaan waktu yang baik. Penjadwalan proyek merupakan salah satu hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian proyek (Husen, 2010). Durasi pekerjaan dapat ditentukan

dengan mempertimbangkan volume pekerjaan dan produktivitas kerja dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} \dots\dots\dots \text{( Persamaan 2.2 )}$$

Sedangkan bobot pekerjaan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Bobot} = \frac{\text{Harga Pekerjaan}}{\sum \text{Harga pekerjaan}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{( Persamaan 2.3 )}$$

Secara umum menurut Husen (2010) penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut :

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

#### **2.1.4 Time Schedule dengan Kurva-s**

Waktu sangat berpengaruh terhadap penyelesaian proyek. Masalah waktu dapat menimbulkan kerugian biaya apabila pengerjaan proyek lebih lambat dari yang direncanakan dan sebaliknya akan menguntungkan apabila dipercepat. Sehingga dibutuhkan kontrol jadwal untuk mengelola aktifitas suatu jadwal ataupun waktu yang telah direncanakan sesuai dengan tenggang waktu pelaksanaan proyek yang disepakati dalam kontrak.

Husen (2010) menyatakan bahwa terdapat beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengatur waktu dan sumber daya proyek. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan untuk menggunakan metode ini didasarkan pada kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai pada kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berpengaruh pada kinerja biaya, serta kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variabel yang berpengaruh juga harus dipantau, seperti kualitas, peralatan dan bahan, keselamatan kerja, dan pemangku



kepentingan proyek yang terlibat. Jika terdapat penyimpangan dari rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan korektif untuk memastikan proyek tersebut berada pada jalur yang diinginkan.

Menurut Rani (2016) Kurva-s merupakan suatu grafik yang menunjukkan hubungan antara kemajuan pelaksanaan proyek terhadap waktu penyelesaian, dimana fungsinya sebagai alat kontrol atas maju mundurnya pelaksanaan pekerjaan. Kurva-s menampilkan jadwal pelaksanaan dalam bentuk Tabel dan bagan yang menyerupai huruf S. Model penjadwalan ini berguna untuk memberikan informasi kemajuan proyek berdasarkan aktivitas, waktu dan bobot kerja yang merepresentasikan persentase kumulatif dari semua aktivitas proyek dengan index 0% hingga 100% berdasarkan waktu proyek. Umumnya berguna untuk memonitoring kemajuan pekerjaan dalam pelaksanaan konstruksi sehingga dapat diketahui ada tidaknya penundaan atau percepatan jadwal proyek.

Dalam sebuah proyek banyak sekali kegiatan yang harus dilakukan dengan cermat, tepat dan benar. Maka diperlukan perangkat lunak untuk membantu dalam manajemen proyek. *Microsoft Project* atau biasa disingkat dengan *MS Project* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan penggunaan, kemampuan, dan fleksibilitas sehingga penggunaanya dapat mengatur proyek secara lebih efisien dan efektif. Kita akan mendapatkan informasi, mengendalikan pekerjaan proyek, jadwal, laporan keuangan, serta mengendalikan kekomponan tim proyek (Setiawan, 2008).

*Microsoft Project* merupakan software yang dapat digunakan untuk membuat rancangan proyek serta melakukan manajemen dalam proyek tersebut. *Microsoft project* bekerja mengatur durasi pekerjaan, *milestone* dan *constraint*, mengatur hubungan antar pekerjaan, mengatur jadwal pekerjaan, mengelola sumber daya proyek, bekerja dengan Tabel biaya, bekerja dengan *resource conflict*, menentukan target proyek, bekerja dengan *visual report*, bekerja dengan laporan, bekerja dengan tampilan Tabel, bekerja dengan tampilan grafik, kemajuan dan optimasi proyek, kolaborasi *Project* dengan *Office*.



**Gambar 2. 2** Membuat *Time Schedule* dengan *Microsoft Project*  
(Sumber : <https://tensix.com/>)

#### 2.1.4 Metode Pelaksanaan Kerja

Metode adalah suatu perosedur atau cara yang ditempuh 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. Metode palaksanaan konstruksi dapat diartikan suatu kegiatan pembangunan sarana ataupun 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 konstrksi. Sehngga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana d ditetapkan dapat tercapai.

Metode pelaksanaan merupakan penjabaran tata cara dan teknik-teknik pelaksanaan pekerjaan. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa yang berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan, keadaan teknis dan ekonomis di lapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor. 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.

## 2.2 Jaringan Perpipaan Air Minum

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida antar peralatan (*equipment*) dari suatu tempat ke tempat yang lain sehingga proses produksi dapat berlangsung. Fluida yang dialirkan atau digerakkan dari suatu tempat ke 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 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 beberapa 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 reservoir. Dikutip dari Modul 10 Bimtek Perencanaan Jaringan, Jaringan pipa transmisi di bagi menjadi 2, yaitu:

1. Jaringan pipa transmisi air baku, yang berfungsi untuk mengalirkan air dari sumber air baku ke instalasi pengolahan air.
2. Jaringan pipa transmisi air bersih/air minum, berfungsi untuk mengalirkan air bersih/air minum hasil olahan ke reservoir penampungan hasil pengolahan air atau dari reservoir induk (Penampung hasil olahan) ke reservoir pembagi sebelum distribusi

Jaringan Perpipaan SPAM adalah satu kesatuan sarana dan prasarana penyediaan air minum yang disalurkan kepada pelanggan melalui sistem perpipaan. Jaringan perpipaan SPAM diselenggarakan untuk menjamin kepastian kuantitas dan kualitas air minum yang dihasilkan serta kontinuitas pengaliran air minum. Kuantitas air minum yang dihasilkan paling sedikit mencukupi kebutuhan pokok air minum sehari-hari. Kualitas air minum yang dihasilkan sesuai dengan ketentuan

peraturan perundang-undangan. Kontinuitas pengaliran air minum memberikan jaminan pengaliran 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 :

- a. Tersedianya pelayanan air minum untuk memenuhi hak rakyat atas air minum;
- b. Terwujudnya pengelolaan dan pelayanan air minum yang berkualitas dengan harga terjangkau;
- c. Tercapainya kepentingan yang seimbang antara pelanggan dan BUMN, BUMD, UPT, UPTD, Kelompok Masyarakat, dan Badan Usaha;
- d. Tercapainya penyelenggaraan Air Minum yang efektif dan efisien untuk memperluas cakupan air minum.

### **2.2.1 Metode Pemasangan Pipa dengan *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 oleh tenaga / pekerja dengan peralatan manual. Adapun 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 perkeraan beraspal.

Setelah galian tanah selesai dilakukan selanjutnya yaitu penanaman pipa ke dalam 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. 3** Metode Pemasangan Pipa dengan *Open cut*  
(Sumber : Metode Kerja SPAM Semarang Barat)

### 2.2.2 Metode Pemasangan Pipa dengan *Boring Horizontal Manual*

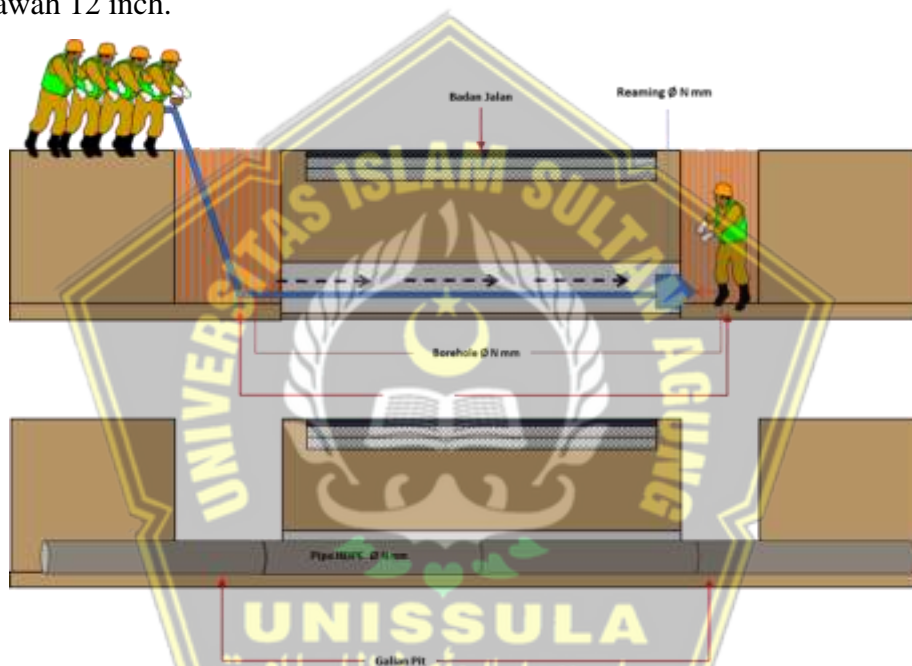
*Boring Horizontal Manual* adalah pekerjaan membuat lubang atau menggali tanah menggunakan peralatan sedemikian rupa dengan tenaga manusia yang bertujuan membuat lintasan utilitas arah mendatar atau horisontal di bawah permukaan tanah yang dihubungkan oleh dua pit atau lebih. Proses boring horizontal manual yang dilakukan tanpa casing ini biasa disebut dengan cara “Katrek” atau “Bor Rojok”.

Penggalian horizontal secara manual atau biasa disebut dengan *boring horizontal manual* ini dimulai dengan memasang mata bor yang berukuran 1” pada pipa besi Panjang 2 m. Mata bor tersebut ditusukkan kelapisan tanah secara horizontal sesuai kedalaman yang diinginkan, dengan bantuan balok kayu. Pipa yang dilengkapi mata bor terus menerus ditekan maju dan mundur ke arah *exit pit*. Jika lubang boring sudah bertambah panjang, pipa tersebut disambung dengan pipa berikutnya. Secara estafet, mata bor terus menerus di tekan secara horisontal hingga tembus ke pit berikutnya.

Setelah pengeboran jalur pipa yang ditentukan telah tercapai, proses selanjutnya adalah proses pembesaran diameter lubang galian atau boring sampai 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 dialiri 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 ke dalam pit harus selalu dijaga dengan bantuan mesin pompa air.

Pekerjaan *Boring Horizontal 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 Horizontal Manual* ini tidak bisa dilakukan untuk ukuran pipa yang besar atau diatas 12 inch atau direkomendasikan untuk pekerjaan pemasangan pipa dibawah 12 inch.



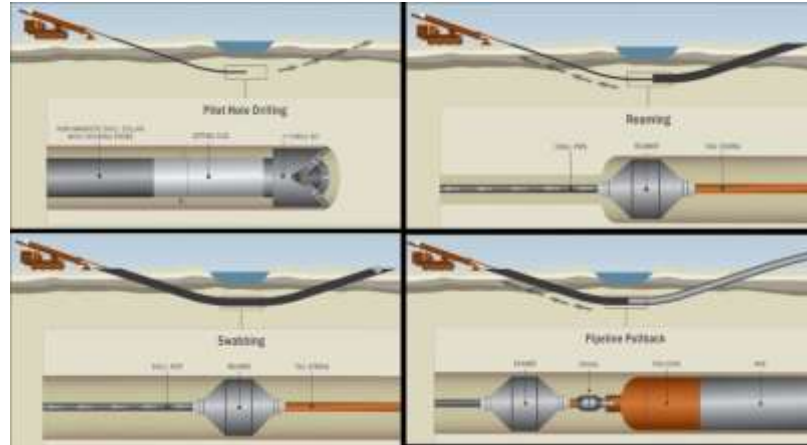
**Gambar 2. 4** Metode Pemasangan Pipa dengan Boring Horizontal Manual  
(Sumber : Metode Kerja SPAM Semarang Barat)

### 2.2.3 Metode Pemasangan Pipa dengan *Horizontal Directional Drilling*

*Horizontal Directional Drilling* (HDD) ialah metode instalasi pipa bawah tanah melalui metode trenchless yang melibatkan penggunaan mesin *drilling directional* dan *attachment*. Penggunaan pengeboran dengan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) ini memiliki akurasi pengeboran yang lebih baik dari pada 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 area jalan raya akan dipasang utilitas umum seperti pemasangan *pipeline*.
2. Pada kawasan perumahan / pemukiman warga yang padat penduduk dan juga kawasan sentral usaha dimana dibawah area kawasan tersebut akan dipasang jalur *pipeline* atau instalasi sistem perpipaan. Pemilihan metode *Horizontal Directional Drilling* lebih menguntungkan daripada menggunakan metode lainnya.
3. Area sunggai 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 ditemaptkan pada titik lokasi sumber. *Pilot driver* diarahkan ke tanah dan memutar menuju kedalamnya dengan memanfaatkan mata bor dengan pengaturan arahan dan tekanan dari cairan bentonite dengan tingkat kemiringan yang sudah ditemukan 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 keluaran. Lalu *reamer* dilepaskan kembali dan digantikan oleh mesin *swab, swivel dan universal point*. Perpipaan yang sudah dilakukan pengelasan dihubungkan pada *swivel*. Lalu pipa bor yang sudah disambungkan dengan pipa dilakukan penarikan menuju titik sumber atau *pipeline pullback*. Setiap pipa yang akan dimasukkan ke dalam jalur pengeboran perlu dilakukan peneglasan dan perlu dilakukan pemeriksaan NDT.



**Gambar 2. 5** Metode Pemasangan Pipa dengan *Horizontal Directional Drilling*  
(Sumber : Metode Kerja SPAM Semarang Barat)

#### 2.2.4 Metode Pemasangan Pipa dengan Perlintasan Pipa

Pekerjaan Perlintasan Pipa adalah suatu teknik dalam pemasangan pipa dengan menggunakan konstruksi jembatan, yang dibuat sebagai perkuatan / penopang pada pipa. Pekerjaan perlintasan pipa ini dilaksanakan pada jalur pipa yang akan melintas di atas sungai, lembah, jalan desa (jalan kampung), jalan raya, atau trase yang memiliki ketinggian tertentu yang tidak dapat dijangkau melakukan metode lain. Metode ini melibatkan struktur beton abutment sebagai pondasi dari pipa, sedangkan pipa yang biasa digunakan dalam metode ini adalah pipa galvanis (GSP).



**Gambar 2. 6.** Metode Pemasangan Pipa dengan Perlintasan Pipa  
(Sumber : <https://www.kibrispdr.org/>)



## 2.3 *Re-engineering*

*Re-engineering* merupakan metode dalam bidang konstruksi yang relatif baru, yang mengkaji kembali secara mendasar dan radikal, melakukan rencana ulang terhadap proses kerja untuk memperoleh kemajuan yang dramatis dalam hal kinerja perusahaan terutama yang menyangkut biaya, kualitas, pelayanan dan kecepatan. *Re-engineering* merupakan paduan dari prosedur, teknik dan perangkat yang digunakan untuk mendokumentasi, menilai dan merancang ulang proses kerja yang dilakukan (Ibbs, 1994).

Melaksanakan *Re-engineering* dalam suatu perusahaan khususnya dalam bidang konstruksi bukan merupakan hal yang mudah. Melaksanakan *Re-engineering* berarti mentransformasikan secara permanen seluruh orientasi dan arah dari organisasi yang mengesampingkan nilai – nilai tradisional, keteladanan di masa lalu dan kebijaksanaan yang sudah usang serta menggantikannya dengan konsep dan praktek yang berbeda.

### 2.3.1 Karakteristik *Re-engineering*

Diketahui terdapat 4 karakteristik yang spesifik (Sunarto, 1998) yaitu:

1. Fundamental

Dalam melaksanakan *Re-engineering* terlebih dahulu yang perlu diketahui hal – hal yang paling mendasar dalam melaksanakan *Re-engineering* yaitu bagaimana operasional pekerjaan

2. Radikal

Pelaksanaan *Re-engineering* dimulai dari akar permasalahan bukan merupakan perubahan – perubahan yang superfisial atau berkulat dengan apa yang sudah ada. Dengan demikian *Re-engineering* merupakan penciptaan ulang proses kerja, bukan meningkatkan, memperkuat ataupun memodifikasi proses pekerjaan

3. Dramatik

*Re-engineering* merupakan perbaikan besar kinerja pekerjaan, bukan peningkatan secara marjinal, oleh karena itu *Re-engineering* dilaksanakan jika ada kebutuhan untuk perubahan besar.

4. Proses

Proses pekerjaan didefinisikan sebagai sekelompok aktivitas yang dapat berupa satu atau beberapa masukan (*input*) yang menghasilkan keluaran

(*output*) yang bernilai bagi konsumen. *Re-engineering* dilakukan pada proses kerja secara menyeluruh atau berkesinambungan dari *input* hingga *output*, bukan pada organisasi atau departemen.

### 2.3.2 Tujuan *Re-engineering*

Menurut Mische (1996) mengemukakan tujuan dilaksanakannya *Re-engineering* adalah :

1. Meningkatkan Produktivitas

*Re-engineering* berusaha meningkatkan produktivitas dengan menciptakan proses yang bersifat inovatif dan tanpa hirarki.

2. Mengutamakan Keuntungan

*Re-engineering* berusaha mengoptimalkan keuntungan dengan melakukan peningkatan kinerja dari suatu pekerjaan.

3. Mencapai hasil yang luar biasa

*Re-engineering* dimaksudkan untuk mencapai setidaknya peningkatan sebesar 50 % dari metode pekerjaan yang sebelumnya, bukan peningkatan yang sedikit demi sedikit.

4. Mengkonsolidasikan berbagai fungsi

*Re-engineering* berusaha menciptakan suatu pekerjaan dengan metode yang lebih mudah , efisien dan lebih cepat. Kemampuan untuk dengan cepat menerima inovasi, perkembangan teknologi dan inisiatif merupakan ciri dari *re-engineering* .

5. Menghilangkan tingkatan dan proses kerja yang tidak perlu

Mengkaji ulang langkah – langkah dari suatu pekerjaan dan mencari cara tercepat untuk menyelesaikannya yaitu dengan cara meringkas atau menghilangkan langkah langkah yang tidak perlu.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1. Metode Pengujian**

Penelitian ini menganalisis pengaruh lama waktu dan besarnya biaya yang dibutuhkan pada setiap alternatif metode kerja pemasangan pipa, sehingga dapat diketahui metode kerja yang optimal yang dapat diterapkan pada pekerjaan jaringan perpipaan tersebut.

##### **3.1.1. Obyek Penelitian**

Objek penelitian pada tugas akhir ini adalah pelaksanaan Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat.

##### **3.1.2. Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan metode pengambilan data primer dan data sekunder. Metode pengambilan data primer yaitu sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi adalah teknik pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung pada objek kajian. Pada hal ini objek yang diamati yaitu lokasi pekerjaan pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat

2. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan langsung oleh pewawancara kepada responden, dan jawaban-jawaban responden dicatat atau direkam (Hasan, 2002). Pada hal ini responden yang diwawancara yaitu Pelaksana dan *Site Manager* yang bertugas pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat.

Data yang didapatkan pada metode data primer ini yaitu :

1. Dokumentasi Pekerjaan
2. Tahapan / langkah – langkah pelaksanaan pekerjaan
3. Produktifitas pekerja
4. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan

Metode pengambilan data sekunder yaitu dengan mengambil data yang telah tersedia di pihak instansi dan perusahaan yang terkait dengan proyek. Dalam hal ini data didapat melalui perusahaan kontraktor proyek tersebut dan instansi PUPR Direktorat Jendral Cipta Karya Jawa Tengah. Data yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

1. Dokumen *Detail Engineering Design* (DED)  
Data *Detail Engineering Design* (DED) merupakan dokumen gambar kerja yang dijadikan acuan dalam pembangunan jaringan perpipaan nantinya. Dalam dokumen ini terdapat layout jalur pipa, detail layout HDD, detail layout perlintan pipa, dan tipikal galian.
2. Dokumen *Engineering Estimate* (EE)  
Data *Engineering Estimate* (EE) merupakan dokumen perhitungan total biaya pembangunan jembatan. Dokumen ini juga dapat disebut sebagai dokumen RAB atau rencana anggaran biaya yang didalamnya terdiri dari berbagai item pekerjaan.
3. Dokumen Metode Pelaksanaan  
Dokumen ini menggambarkan penguasaan penyelesaian pekerjaan yang sistematis dari awal sampai akhir meliputi tahapan/urutan pekerjaan utama dan uraian / cara kerja dari masing-masing jenis kegiatan pekerjaan utama yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis
4. *Time Schedule* Proyek  
*Time Schedule* di proyek yang biasa digunakan berupa Kurva-s. Melalui kurva-s kita dapat mengetahui progress pekerjaan tiap minggu dan bobot untuk setiap pekerjaan yang berguna sebagai acuan kemajuan pekerjaan dalam proyek tersebut.
5. Data lain yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

### 3.1.3. Metode Pengolahan Data

Setelah semua data yang diperlukan telah didapatkan, proses selanjutnya dilakukan pengolahan data tersebut dengan melakukan perhitungan atau analisis penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan jaringan perpipaan yang diklasifikasikan berdasarkan lokasi yaitu dengan rincian sebagai berikut :

1. Lokasi Jalan Kota, Nasional dan Provinsi

Pada lokasi tersebut metode kerja yang akan dianalisis dalam penerapan *Re-engineering* metode kerjanya yaitu metode kerja dengan *Open cut* dan *Horizontal Directional Drilling*.

2. Lokasi Jalan Perkampungan

Pada lokasi tersebut metode kerja yang akan dianalisis dalam penerapan *Re-engineering* metode kerjanya yaitu metode kerja dengan *Open cut* dan *Boring Horizontal Manual*.

3. Lokasi *Crossing* Sungai

Pada lokasi tersebut metode kerja yang akan dianalisis dalam penerapan *Re-engineering* metode kerjanya yaitu metode kerja dengan *Perlintasan Pipa* dan *Horizontal Directional Drilling*.

4. Gabungan Seluruh Lokasi

Seluruh lokasi pada setiap metode kerja digabungkan dengan beberapa versi agar didapatkan total biaya seluruh pekerjaan pada proyek jaringan perpipaan tersebut dan lama waktu yang dibutuhkan hingga seluruh pekerjaan selesai.

Perhitungan atau analisa penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan jaringan perpipaan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kebutuhan waktu / membuat *Time Schedule* dengan Kurva-s
2. Menghitung kebutuhan biaya / RAB dari kedua metode kerja tiap lokasi pekerjaan
3. Analisa pemilihan metode kerja yang optimal sesuai waktu yang paling efektif dan biaya yang efisien

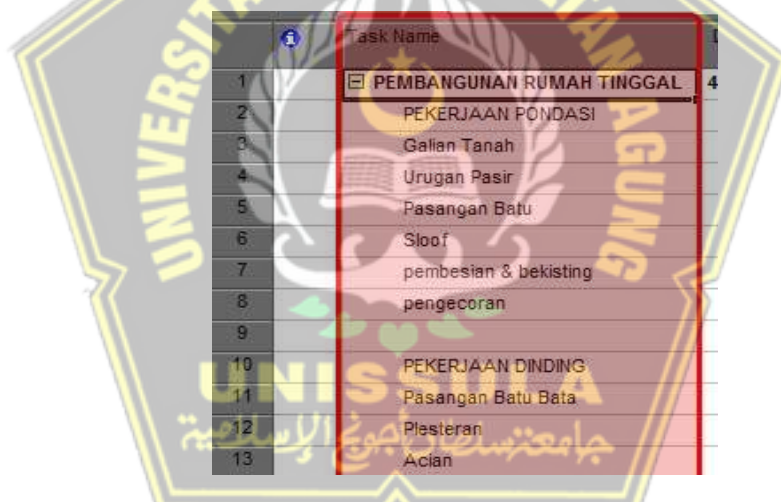
### 3.2. Metode Analisis Data

Tahap ini dilakukan analisis terhadap alternatif-alternatif ide yang muncul, untuk melihat apakah ide tersebut dapat dikembangkan lebih lanjut dan dapat digunakan sebagai rekomendasi atau tidak. Analisis ini dilakukan dengan tiga metode antara lain:

#### 1.) Metode Analisis Waktu

Metode analisis waktu dihitung dengan menggunakan *Time Schedule* dengan metode penjadwalan yang bisa dibuat pada *Microsoft Project* pada masing masing alternatif metode kerja maupun kombinasi antar seluruh metode kerja tersebut. Langkah – langkah pembuatan *Time Schedule* dengan menggunakan *Microsoft Project* dapat dilihat sebagai berikut :

- a. Buka *Microsoft Project*, kemudian masukkan daftar pekerjaan di atas pada kolom *Task Name*.



**Gambar 3. 1** Tampilan *Task Name* pada *Microsoft Project*  
( Sumber : <http://agayuditra.blogspot.com/> )

- b. Membuat hierarki / tingkatan pekerjaan agar lebih mudah dalam pengelolaannya, yaitu dengan blok tugas pekerjaan, kemudian klik *icon Indent*. Maka secara otomatis pekerjaan tersebut menjadi sub pekerjaan dari Pekerjaan yang dipilih.



**Gambar 3. 2** Langkah pembuatan hierarki / tingkatan  
 ( Sumber : <http://agayuditra.blogspot.com/> )

- c. Mengisi kolom *duration* / durasi pekerjaan. Dalam penentuan durasi pekerjaan harus berdasarkan rencana jumlah tenaga kerja dan jumlah alat.

Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1. PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL	66 days?	Thu 1/17/13	Thu 3/21/13	
2. PEKERJAAN PONDASI	20 days	Thu 1/17/13	Fri 2/8/13	
3. Galian Tanah	3 days	Thu 1/17/13	Sat 1/19/13	
4. Urugan Pasir	2 days	Sat 1/19/13	Mon 1/21/13	3/FS-1 day
5. Pasangan Batu	7 days	Mon 1/21/13	Mon 1/28/13	4/FS-1 day
6. Sloof	9 days	Wed 1/30/13	Fri 2/8/13	
7. pembesian & bekisting	3 days	Wed 1/30/13	Fri 2/1/13	5/FS+1 day
8. pengecoran	7 days	Fri 2/1/13	Fri 2/8/13	7/FS-1 day
10. PEKERJAAN DINDING	31 days	Sat 2/9/13	Sat 3/16/13	
11. Pasangan Batu Bata	10 days	Sat 2/9/13	Wed 2/20/13	8
12. Plesteran	5 days	Wed 2/20/13	Mon 2/25/13	11/FS-1 day,17FF
13. Acian	7 days	Tue 2/26/13	Tue 3/5/13	12
14. Pengecatan Dinding	3 days	Thu 3/14/13	Sat 3/16/13	13/FS+7 days
15. Kolom praktis	6 days	Wed 2/13/13	Tue 2/19/13	
16. pembesian & bekisting	3 days	Wed 2/13/13	Fri 2/15/13	11SS+3 days

**Gambar 3. 3** Pengisian kolom *duration* / durasi pekerjaan  
 ( Sumber : <http://agayuditra.blogspot.com/> )

- d. Setelah semua durasi terisi, saatnya mengisi kolom *Predecessor* pada semua pekerjaan. Kolom *Predecessor* digunakan untuk menghubungkan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lain. Hubungan antar tugas yang sering digunakan adalah *Finish to Start* (FS) dan *Start to Start* (SS).

#	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	PEMBANGUNAN RUMAH TINGGAL	55 days	Thu 1/17/13	Thu 3/21/13	
2	PEKERJAAN PONDASI	20 days	Thu 1/17/13	Fri 2/8/13	
3	Galian Tanah	3 days	Thu 1/17/13	Sat 1/19/13	
4	Urugan Pasir	2 days	Sat 1/19/13	Mon 1/21/13	3FS-1 day
5	Pasangan Batu	7 days	Mon 1/21/13	Mon 1/28/13	4FS-1 day
6	Sloof	9 days	Wed 1/30/13	Fri 2/8/13	
7	pembesian & bekisting	3 days	Wed 1/30/13	Fri 2/1/13	5FS+1 day
8	pengecoran	7 days	Fri 2/1/13	Fri 2/8/13	7FS-1 day
10	PEKERJAAN DINDING	31 days	Sat 2/9/13	Sat 3/16/13	
11	Pasangan Batu Bata	10 days	Sat 2/9/13	Wed 2/20/13	8
12	Plesteran	5 days	Wed 2/20/13	Mon 2/25/13	11FS-1 day, 17FF
13	Acian	7 days	Tue 2/26/13	Tue 3/5/13	12
14	Pengecatan Dinding	3 days	Thu 3/14/13	Sat 3/16/13	13FS+7 days
15	Kolom praktis	6 days	Wed 2/13/13	Tue 2/19/13	
16	pembesian & bekisting	3 days	Wed 2/13/13	Fri 2/15/13	11SS+3 days

**Gambar 3. 4** Pengisian hubungan antar pekerjaan pada kolom *predecessor* ( Sumber : <http://agayuditra.blogspot.com/> )

- e. Jika semua pekerjaan sudah terisi dan terhubung maka *Time Schedule* telah selesai dibuat dengan tampilan sesuai dengan gambar dibawah ini.



**Gambar 3.5** Tampilan akhir *Time Schedule* pada *Microsoft Project* ( Sumber : <http://agayuditra.blogspot.com/> )

## 2.) Metode Analisis Biaya

Metode analisis biaya dihitung dengan membuta Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada masing masing alternatif metode kerja tiap lokasi pekerjaan maupun kombinasi antar metode kerja tersebut. Rencana Anggaran Biaya ini dibuat dengan *Microsoft Excel* dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- Start* program *Microsoft Excel*
- Membuat judul di *cell* teratas sebagai identitas RAB sesuai judul dan nama proyek
- Membuat Tabel yang disesuaikan dnegan kebutuhan, umumnya terdiri atas kolom nomor, nama pekerjaan, volume, satuan, harga satuan,



harga total. Sedangkan pada baris diisi sesuai item pekerjaan yang akan dibuat

	A	B	C	D	E	F
1	Rencana Anggaran Biaya (RAB)					
2						
3	No	Nama Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga Total
4	I	PERSIAPAN				
5	1	Pembersihan Lantai				
6	2	Pembentukan Tanah				
7	3					
8	4					
9						
10					SUB TOTAL I	
11	II	Pengerjaan				
12	1					
13	2					
14	3					
15	4					
16	5					
17					SUB TOTAL I	
18					Grand Total	

**Gambar 3. 5** Tampilan Tabel pada pembutaan RAB  
(Sumber : <https://indodesigncenter.com> )

- d. Pengisian Tabel yang sudah dibuat. Tabel yang perlu diisi yaitu pada kolom nama pekerjaan, volume, satuan dan harga satuan terlebih dahulu.

No	Nama Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
I	PERSIAPAN				
1	Pembersihan lahan	100	m <sup>2</sup>	1000	100000
2	Pembentukan tanah	120	m <sup>2</sup>	2500	300000
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11	II	PENGERJAAN			
12	1				
13	2				
14	3				
15	4				
16	5				
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

**Gambar 3. 6** Tampilan isi Tabel RAB  
(Sumber : <https://ukirama.com/blogs/l> )

- e. Pengisian pada kolom Harga Total yaitu dengan mengetik rumus penjumlahan *excel* pada tiap pekerjaan. Misal pada pekerjaan pembersihan lahan, maka rumus *excel* yang ditulis yaitu =SUM(C5\*E5) lalu tekan enter. Lakukan hal yang sama pada baris pekerjaan yang lain.
- f. Untuk mengisi Sub Total tiap jenis pekerjaan yaitu dengan mengetik =SUM('blok dan tarik *cell* yang ingin ditotalkan') lalu enter, maka Sub Total akan muncul. Untuk menghitung Grand Total lakukan hal yang

sama dengan menjumlahkan Harga Total pada tiap Sub Total dengan rumus SUM yang serupa.

- g. Jika seluruh Tabel dan perhitungan telah diisi, maka RAB telah selesai dibuat.

### 3.) Metode Analisis Komparatif

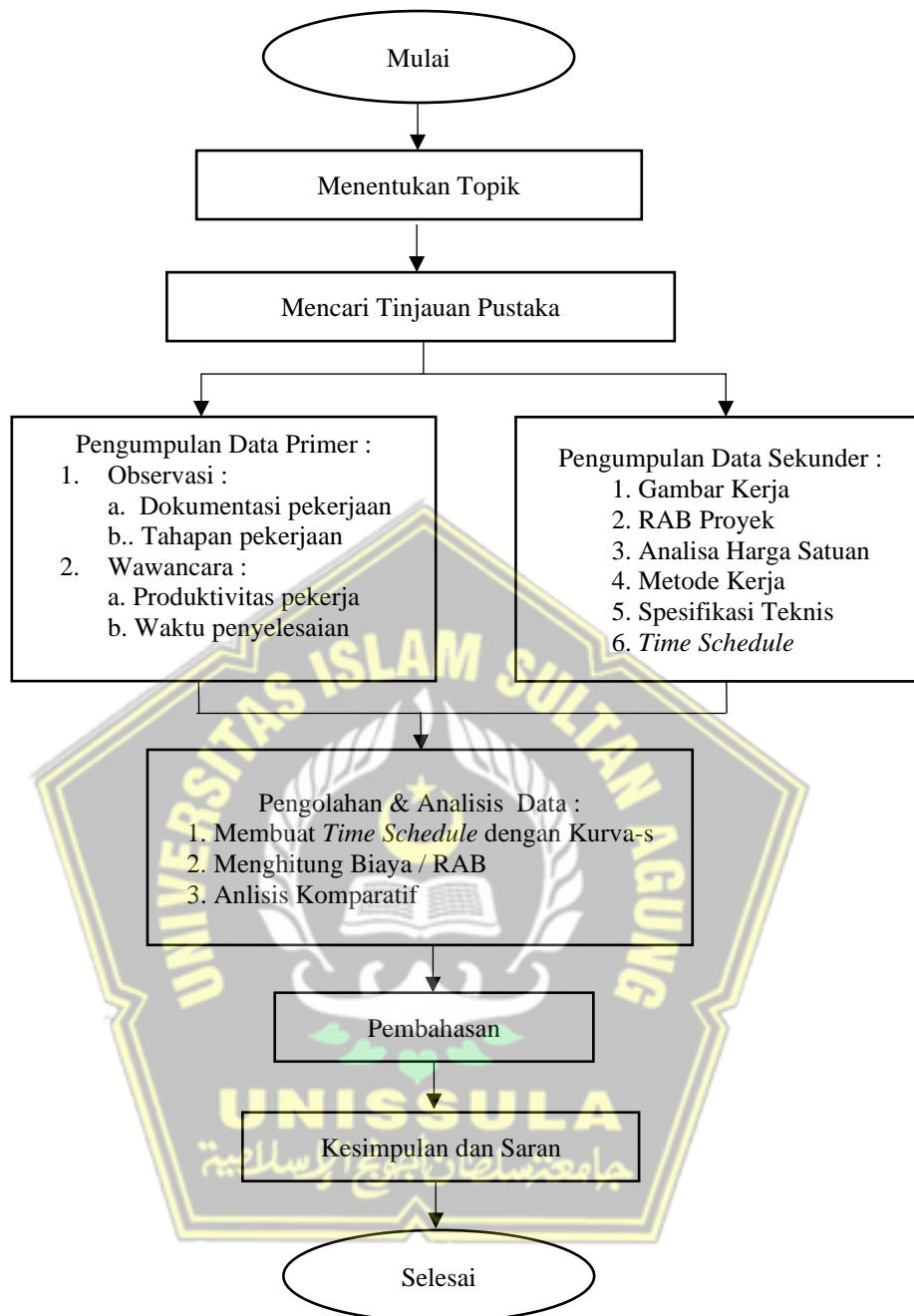
Setelah mendapatkan hasil analisis waktu dan biaya pada masing – masing alternatif metode kerja maupun kombinasi antara metode kerja, selanjutnya yaitu membandingkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dengan Durasi Waktu Pekerjaan untuk mendapatkan metode kerja yang paling efektif dan efisien untuk direkomendasikan sebagai alternatif metode kerja yang terpilih.

Untuk membandingkan metode kerja yang paling efektif dan efisien dapat dilakukan dengan menggunakan metode analisis pareto. Tahap analisis pareto yaitu dengan menganalisis biaya paling tinggi pada proyek yang sehingga dapat dilakukan *Re-engineering* pada item tersebut. Pada hukum pareto berbunyi: 80% dari biaya total dikandung oleh 20% komponennya. Langkah-langkah dalam pengujian hukum pareto antara lain :

- a. Mengurutkan biaya dari yang terbesar ke terkecil
- b. Menjumlahkan biaya pekerjaan total secara kumulatif
- c. Menghitung persentase biaya masing-masing pekerjaan.
- d. Menghitung persentase kumulatif

### 3.3. Bagan Alir

Berdasarkan tahap-tahap penelitian yang telah dijelaskan, berikut adalah bagan alir atau *flow chart* untuk memudahkan dalam memahami alur tahapan penelitian.



**Gambar 3. 7** Bagan Alir

(Sumber : Analisis Penulis)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Proyek

Pada penyusunan tugas akhir ini penulis melakukan pengumpulan data – data proyek terlebih dahulu. Data tersebut merupakan data primer dan data sekunder yang akan dipergunakan dalam penyusunan tugas akhir.

##### 4.1.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek didapatkan dengan cara survey lapangan pada tanggal 8 Agustus 2022. Adapun data umum dari proyek pembangunan jaringan perpipaan SPAM di Semarang Barat yakni, sebagai berikut :

- a) Nama Proyek : Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN)
- b) Lokasi : Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Tugu, Kota Semarang
- c) Panjang Pekerjaan : 51,39 KM
- d) Nilai Kontrak : Rp 220.337.127.000,00,- (Dua Ratus Dua Puluh Milyar Tiga Ratus Tiga Puluh Tujuh Seratus Dua puluh Tujuh Ribu Rupiah)
- e) Pemilik (*Owner*) : Satker Pelaksanaan Prasarana Pemukiman Wilayah I Provinsi Jawa Tengah, PPK Air Minum
- f) Konsultan MK : PT. Indra Karya (Persero) – PT. Mutiara Gading Perkasa - PT Tuah Agung Anugrah KSO
- g) Kontraktor : WIKA – GEMILANG KSO

Pada Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN) ini jaringan distribusi terbagi atas 4 jaringan dari 4 reservoir yang berbeda, yaitu jaringan 4 distribusi dari Reservoir Desel, jaringan distribusi dari Reservoir Manyaran 1, jaringan distribusi dari Reservoir Manyaran 2, dan jaringan distribusi dari Reservoir Bambankerep. Pembangunan jaringan

distribusi ini akan menyelesaikan permasalahan krisis air bersih dan penurunan permukaan tanah karena penggunaan air tanah di Kota Semarang.



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek  
(Sumber : Dokumentasi Proyek)

Selain itu penulis juga mendapatkan beberapa data sekunder atau data pendukung yang penting untuk bahan analisis penelitian tugas akhir ini dengan cara kunjungan ke perusahaan kontraktor proyek tersebut pada 9 Agustus 2022 yaitu antara lain :

1. *Data Engineering Design* (DED)

Adapun *Data Engineering Design* (DED) dapat disebut dokumen gambar kerja yang dijadikan acuan dalam pembangunan jaringan perpipaan, diantaranya yaitu layout jalur pipa, detail layout HDD, detail layout perlintasan pipa, dan tipikal galian yang dipilih.

Data *Data Engineering Design* dapat dilihat pada Lampiran 4.1. Gambar DED Proyek Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat.

2. *Data Engineering Estimate* (EE)

Adapun data *engineering estimate* dapat disebut sebagai dokumen RAB atau rencana anggaran biaya yang didalamnya terdiri dari berbagai item pekerjaan. Seperti yang terlihat pda Lampiran 4.2. RAB SPAM Semarang Barat.

Berdasarkan lampiran 4.2. RAB SPAM Semarang Barat, data Rekapitulasi Anggaran Biaya ini dibuat dengan *Microsoft Excel* dengan langkah – langkah sebagai berikut :

- a. *Start* program *Microsoft Excel*
- b. Membuat judul di *cell* teratas sebagai identitas RAB sesuai judul dan nama proyek
- c. Membuat Tabel yang disesuaikan dengan kebutuhan, umumnya terdiri atas kolom nomor, uraian pekerjaan, harga pekerjaan, harga total. Sedangkan pada baris diisi sesuai item pekerjaan yang akan dibuat
- d. Pengisian Tabel yang sudah dibuat berdasarkan lampiran dokumen RAB proyek. Tabel yang perlu diisi yaitu pada kolom uraian pekerjaan, jumlah harga pekerjaan.
- e. Pengisian pada kolom Jumlah Harga Pekerjaan yaitu dengan mengetik rumus penjumlahan *excel* pada tiap pekerjaan. Misal pada jumlah harga pekerjaan, maka rumus *excel* yang ditulis yaitu =SUM(C3:C8) lalu tekan enter.

Tabel 4. 1 Perhitungan Reapitulasi RAB

A	B	C
No. Divisi	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
(1)	(2)	(3)
1	Pekerjaan Persiapan	248.938.531,04
2	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Desel	54.110.893.444,07
3	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 1	16.595.073.074,29
4	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 2	79.392.729.375,65
5	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Bampakerep	48.456.022.083,46
6	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	1.587.163.380,00
A	Jumlah Harga Pekerjaan	=SUM(C3:C8)
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) =10% x (A)	20.039.071.988,851
C	Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	220.429.791.877,364
D	Dibulatkan	220.429.791.000,00
Terbilang: DUA RATUS DUA PULUH MILYAR EMPAT RATUS DUA PULUH SEMBILAN JUTA TUJUH RATUS SEMBILAN PULUH SATU RIBU RUPIAH		

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

- f. Pengisian pada kolom Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 10% x jumlah harga total pekerjaan. Dengan rumus *excel* yang ditulis =SUM(C9\*10%) lalu tekan enter.
- g. Pada kolom jumlah harga total pekerjaan yaitu dengan rumus *excel* yang ditulis =SUM(C9:C10) lalu tekan enter.

**Tabel 4. 2** Rekapitulasi Anggaran Biaya Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat

No. Divisi	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
(1)	(2)	(3)
1	Pekerjaan Persiapan	248.838.531,04
2	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Desel	54.110.893.444,07
3	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 1	16.595.073.074,29
4	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 2	79.392.729.375,65
5	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Bambankerep	48.456.022.083,46
6	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	1.587.163.380,00
<b>A</b>	<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>	<b>200.390.719.888,51</b>
<b>B</b>	<b>Pajak Pertambahan Nilai (PPN) =10% x (A)</b>	<b>20.039.071.988,851</b>
<b>C</b>	<b>Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)</b>	<b>220.429.791.877,364</b>
<b>D</b>	<b>Dibulatkan</b>	<b>220.429.791.000,00</b>
Terbilang: <b>DUA RATUS DUA PULUH MILYAR EMPAT RATUS DUA PULUH SEMBILAN JUTA TUJUH RATUS SEMBILAN PULUH SATU RIBU RUPIAH</b>		

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

3. Dokumen Metode Pelaksanaan

Adapun data metode pelaksanaan ini menggambarkan penguasaan penyelesaian pekerjaan yang sistematis dari awal sampai akhir meliputi tahapan/urutan pekerjaan utama dan uraian / cara kerja dari masing-masing jenis kegiatan pekerjaan utama yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis terlampir pada Lampiran 4.3. Metode Kerja Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN).

4. *Time Schedule* Proyek

*Time Schedule* di proyek yang biasa digunakan berupa Kurva-s. Melalui kurva-s kita dapat mengetahui progress pekerjaan tiap minggu dan bobot untuk setiap pekerjaan yang berguna sebagai acuan kemajuan pekerjaan dalam proyek tersebut. Data *Time Scheduling* terlampir pada lampiran 4.5. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN)

## 4.2 Analisis *Re-engineering*

Berikut merupakan inti dari pembahasan pada penelitian ini yang terdiri dari 4 tahapan yaitu taha informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi.

### 4.2.1 Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap awal dari *Re-engineering* yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya mengenai penelitian yang akan diteliti.

#### a. *Breakdown Cost Model* dan grafik pareto

Dalam melakukan identifikasi pekerjaan, peneliti menggunakan metode *breakdown cost model*. Dimana *Breakdown Cost Model* yaitu metode dengan cara mengurutkan item pekerjaan dari yang terbesar hingga terkecil dengan ditunjukkan oleh persentase masing-masing pekerjaan pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat.

Dari hasil rekapitulasi biaya proyek table 4.1. di atas kemudian dilakukan analisis menggunakan metode *Breakdown Cost Model* dan grafik pareto sebagai berikut.

- a. Mengurutkan item pekerjaan dari yang terbesar hingga terkecil dengan ditunjukkan oleh jumlah harga & persentase bobot pekerjaan masing-masing pekerjaan. Menghitung persentase uraian pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = harga pekerjaan / jumlah harga pekerjaan
- b. Menghitung komulatif jumlah harga pekerjaan dengan mentotalkan harga uraian yg dihitung dengan uraian pekerjaan sebelumnya. Menghitung komulatif harga pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = Rp komulatif baris di atasnya+ Rp harga pekerjaan
- c. Menghitung komulatif persentase dari masing-masing item pekerjaan. Menghitung komulatif bobot pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = % komulatif baris di atasnya + % harga pekerjaan

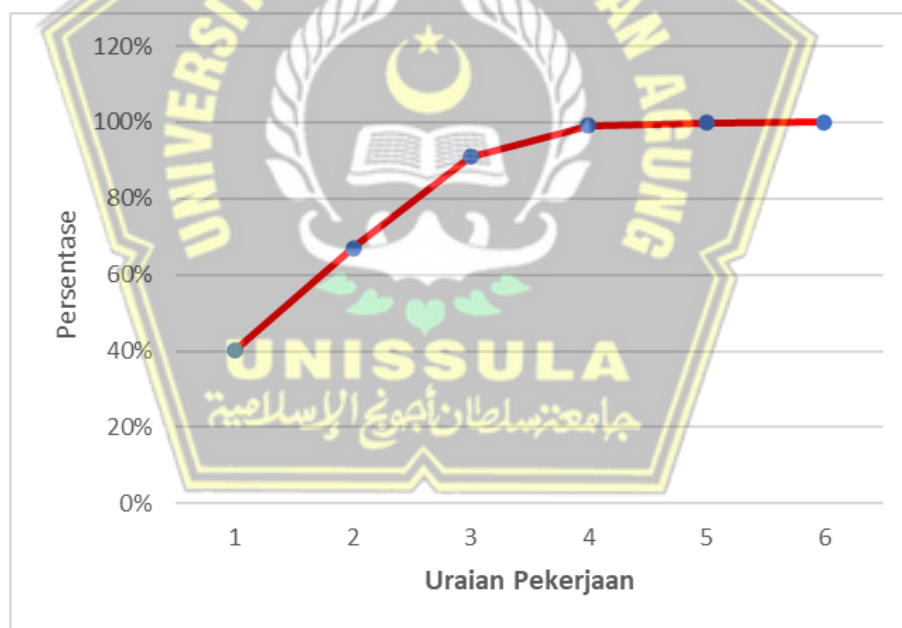


**Tabel 4.3** Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya

NO. DIVISI	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan		Kumulatif	
		Rp	%	Rp	%
1	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 2	79.392.729.375,65	39,62%	79.392.729.375,65	39,62%
2	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Desel	54.110.893.444,07	27,00%	133.503.622.819,72	66,62%
3	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Bampakerep	48.456.022.083,46	24,18%	181.959.644.903,18	90,80%
4	Jaringan Distribusi Dari Reservoir Manyaran 1	16.595.073.074,29	8,28%	198.554.717.977,47	99,08%
5	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	1.587.163.380,00	0,79%	200.141.881.357,47	99,88%
6	Pekerjaan Persiapan	248.838.531,04	0,12%	200.390.719.888,51	100%
<b>Jumlah Harga Pekerjaan</b>		<b>200.390.719.888,51</b>	<b>100%</b>		

(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan Tabel 4.2. Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya Proyek dapat dibuat grafik pareto dengan sumbu x Uraian Pekerjaan, sumbu y persentase Bobot Pekerjaan.



**Gambar 4.2** Grafik Pareto Rencana Anggaran Biaya  
(Sumber : Analisis Penulis)

Dari hasil olahan Grafik Pareto, keseluruhan biaya proyek dapat dilihat bahwa pada tahap I pelaksanaan proyek ini pekerjaan yang berbobot besar adalah pekerjaan jaringan distribusi dari reservoir Manyaran 2.

Dari hasil *Breakdown Cost Model* Tabel 4.2. di atas diketahui bahwa Pekerjaan Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 2 yang berbobot paling besar, kemudian dilakukan analisis kembali menggunakan metode yang sama *Breakdown Cost Model* sebagai berikut :

- a. Mengurutkan item pekerjaan Divisi Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 2 dari yang terbesar hingga terkecil dengan ditunjukkan oleh jumlah harga & persentase bobot pekerjaan masing-masing pekerjaan. Menghitung persentase uraian pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = jumlah harga / jumlah total harga

Pilih menu *Home > Sort & Filter*, atau *Sort Z to A (highest to lowest)*

No	Uraian Pekerjaan	Harga	%	Kumulatif	% Kumulatif
1	Pembangunan Pipa	Rp. 28.847.271.000,14	85,42%	Rp. 28.847.271.000,14	85,42%
2	Pengaliran Pipa	Rp. 23.953.613.989,09	72,12%	Rp. 52.798.884.989,23	81,00%
3	Pembelian Pipa Polipropilil dengan HDPE	Rp. 12.914.807.711,80	38,77%	Rp. 65.713.692.701,03	77,99%
4	Pembelian Pipa Baja	Rp. 8.213.771.711,92	24,69%	Rp. 73.927.464.412,95	79,98%
5	Pembelian dan Pemasangan Arloji	Rp. 4.355.307.838,11	13,17%	Rp. 78.282.772.251,06	81,27%
6	DAAI 40"	Rp. 3.915.371.000,00	11,89%	Rp. 82.198.143.251,06	82,98%
7	DAAI 30"	Rp. 1.318.497.993,17	4,01%	Rp. 83.516.641.244,23	83,75%
8	DAAI 20"	Rp. 755.375.282,68	2,29%	Rp. 84.272.016.526,91	84,53%
9	Pertemuan Pipa HD 24", L=5m	Rp. 471.128.032,34	1,42%	Rp. 84.743.144.559,25	84,82%
10	DAAI 10"	Rp. 252.851.670,72	0,77%	Rp. 84.996.006.229,97	85,04%
11	Pertemuan Pipa HD 10", L=5m	Rp. 14.851.942,68	0,04%	Rp. 85.010.958.172,65	85,25%
12	Pertemuan Pipa HD 15", L=5m	Rp. 36.993.461,57	0,11%	Rp. 85.047.951.634,22	85,27%
13	Pekerjaan Boring dan Instalasi Material	Rp. 118.798.460,49	0,36%	Rp. 85.166.750.094,71	85,38%
14	Pertemuan Pipa HD 20", L=5m	Rp. 306.402.075,83	0,93%	Rp. 85.473.152.170,54	85,60%
15	Total	Rp. 33.783.961.825,65	100,00%		

**Gambar 4. 3** Perhitungan *Breakdown Cost Model* Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 2  
(Sumber : Analisis Penulis)

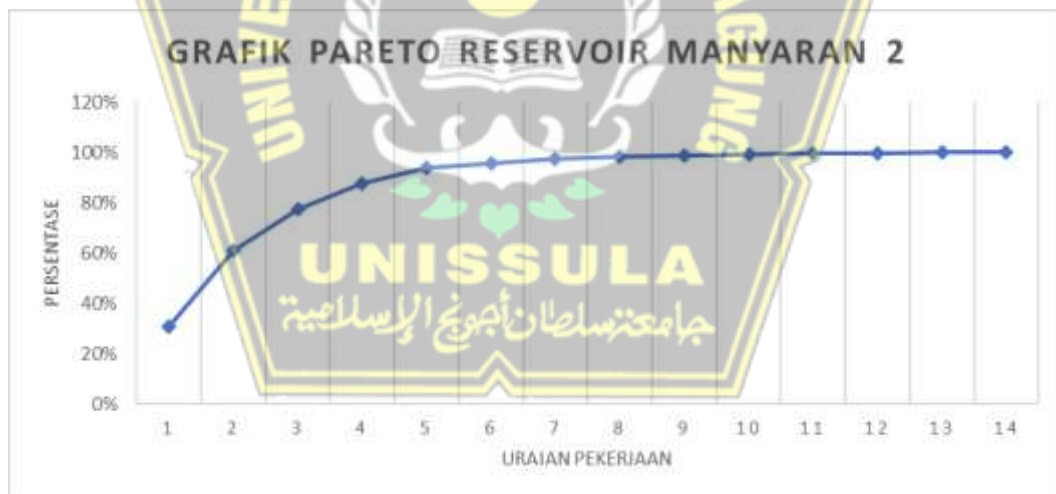
- b. Menghitung kumulatif jumlah harga pekerjaan dengan mentotalkan harga uraian yg dihitung dengan uraian pekerjaan sebelumnya. Menghitung kumulatif harga pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = kumulatif baris di atasnya + jumlah harga
- c. Menghitung kumulatif persentase dari masing-masing item pekerjaan. Menghitung kumulatif bobot pekerjaan dengan rumus *excel* yang ditulis = % kumulatif baris di atasnya + % jumlah harga

**Tabel 4. 4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Jaringan Distribusi dari Reservoir Manyaran 2**

No.	DIVISI JARINGAN DISTRIBUSI RESERVOIR MANYARAN 2	Jumlah Harga	%	Kumulatif	%
2	Pemasangan Pipa	24.447.273.380	30,79%	24.447.273.380	30,79%
1	Pengadaan Pipa	23.933.621.580	30,15%	23.933.621.580	60,94%
4	Pekerjaan Boring Horizontal dengan HDD	12.914.807.732	16,27%	12.914.807.732	77,21%
14	Pekerjaan lain-lain	8.411.229.734	10,59%	8.411.229.734	87,80%
13	Pengadaan dan Pemasangan Accessories	4.735.907.626	5,97%	4.735.907.626	93,77%
12	DMA ND 6"	1.659.373.789	2,09%	1.659.373.789	95,86%
10	DMA ND 10"	1.118.490.930	1,41%	1.118.490.930	97,26%
11	DMA ND 8"	755.375.263	0,95%	755.375.263	98,22%
5	Perlintasan Pipa ND 24", L= 9m	473.228.633	0,60%	473.228.633	98,81%
9	DMA ND 12"	332.851.871	0,42%	332.851.871	99,23%
3	Pekerjaan Boring Horizontal Manual	204.036.468	0,26%	204.036.468	99,49%
6	Perlintasan Pipa ND 12", L= 6m	166.051.843	0,21%	166.051.843	99,70%
7	Perlintasan Pipa ND 10", L= 8m	131.993.452	0,17%	131.993.452	99,86%
8	Perlintasan Pipa ND 8", L= 6m	108.487.076	0,14%	108.487.076	100,00%
Jumlah Total		79.392.729.376			

(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan Tabel 4.4. *Breakdown Cost Model* Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 2 dapat dibuat grafik pareto dengan sumbu x Uraian Pekerjaan, sumbu y persentase Bobot Pekerjaan.



**Gambar 4. 4** Grafik Pareto Pekerjaan Jaringan Distribusi dari Reservoir Manyaran 2

(Sumber : Analisis Penulis)

Dari hasil grafik pareto pada divisi jaringan distribusi reservoir Manyaran 2 diperoleh pekerjaan sebagai berikut :

- a) Pengadaan Pipa
- b) Pemasangan Pipa

- c) Pekerjaan Boring Horizontal Manual
- d) Pekerjaan Boring dengan HDD
- e) Perlintasan Pipa ND 24". L = 9 M – 1 Unit
- f) Perlintasan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit
- g) Perlintasan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit
- h) Perlintasan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit
- i) DMA ND. 12" - 1 Unit
- j) DMA. DN. 10" - 3 Unit
- k) DMA ND. 8" - 3 Unit
- l) DMA ND. 6" - 5 Unit
- m) Pengadaan dan Pemasangan *Accessories*
- n) Pekerjaan lain-lain

Dengan mempertimbangkan dari hasil analisis *breakdown* dan grafik pareto, maka pengaplikasian *Re-engineering* pada penelitian ini akan difokuskan pada metode pekerjaan Pemasangan Pipa, Pekerjaan Boring Horizontal Manual, Pekerjaan Boring dengan HDD dan Perlintasan Pipa. Berdasarkan item pekerjaan pada lampiran 4.2. RAB SPAM Semarang Barat, pada pekerjaan pemasangan pipa jaringan distribusi menggunakan pipa HDPE dengan variasi diameter yang berbeda-beda sebagai berikut:

1. Pemasangan Pipa
  - a) Pemasangan Pipa HDPE ND 28" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - b) Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - c) Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - d) Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - e) Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - f) Pemasangan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - g) Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
  - h) Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)
2. Pekerjaan Boring Horizontal Manual
  - a) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 24"
  - b) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 14"
  - c) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 12"

- d) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 8"
- e) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 6"

3. Pekerjaan Boring dengan HDD

- a) HDD Pipa HDPE ND 24"
- b) HDD Pipa HDPE ND 20"
- c) HDD Pipa HDPE ND 14"
- d) HDD Pipa HDPE ND 12"
- e) HDD Pipa HDPE ND 6"

4. Perlintasan Pipa

- a) Perlintasan Pipa ND 24". L = 9 M – 1 Unit
- b) Perlintasan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit
- c) Perlintasan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit
- d) Perlintasan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit

b. Analisis Fungsi

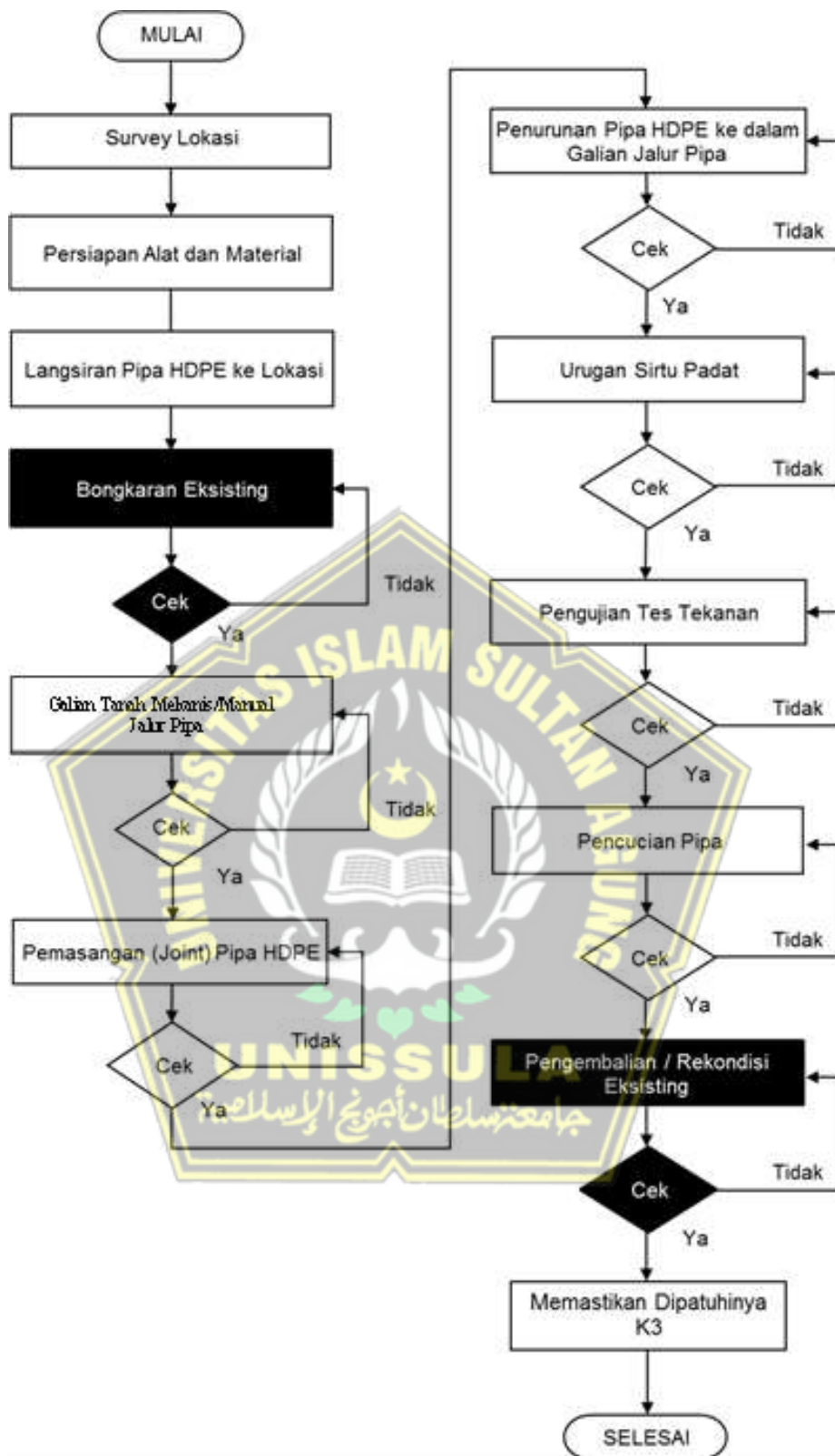
Pada penelitian *Re-engineering* kali ini, peneliti akan berfokus pada metode pemasangan pipa. Berdasarkan Lampiran 4.3. Metode Kerja Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN) Metodenya sendiri ada 4 macam yaitu metode *open cut*, boring horizontal manual, metode boring horizontal dengan *Horizontal Directional Drilling*, dan metode perlintasan pipa (*crossing*).

1) Metode *Open cut*

Pekerjaan pemasangan pipa pada lingkup pekerjaan ini dilakukan dengan metode *open cut* yaitu galian tanah baik secara mekanis maupun dengan tenaga manual hingga pekerjaan pengurugan dan pemadatan. Untuk pekerjaan galian tanah mekanis menggunakan alat berupa excavator, dan pekerjaan galian tanah manual yaitu oleh tenaga / pekerja dengan peralatan manual. Adapun 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.

Pekerjaan galian *open cut* yaitu dengan metode galian terbuka, sehingga pemasangan pipa dapat dilakukan dengan lebih fleksibel. Pekerjaan galian tanah mekanis harus dilakukan dengan teliti dan sangat hati-hati yang mana dilokasi terdapat bermacam sarana eksisting seperti kabel optik, pipa gas, pipa PDAM eksisting, dan sebagainya. Proteksi galian dipasang agar tidak terjadi kelongsoran dalam keadaan faktor cuaca seperti hujan. Proteksi galian juga sebagai penunjang untuk memperkuat dinding galian, sehingga menjaga keutuhan hasil galian, juga untuk struktur bangunan yang berdekatan dan juga untuk menjaga keselamatan pekerja terhadap resiko terluka atau cedera, yang dipasang bilamana permukaan lereng galian dalam keadaan tidak stabil. Untuk mencapai pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa yang efektif dan efisien, maka dibuat tahapan pekerjaan pemasangan pipa sebaik mungkin dengan mutu yang sesuai dengan gambar dan spesifikasi, serta menjamin K3L terlaksana dengan baik. Selain itu, pekerjaan pemasangan pipa pada proyek ini akan dibuat lingkup pekerjaannya agar pelaksanaan sesuai dengan rencana meliputi:





**Gambar 4. 5** Diagram Alir Pekerjaan *Open cut*  
 (Sumber : Metode Kerja SPAM Semarang Barat)



**Gambar 4. 6** Contoh Pekerjaan *Open cut*  
(Sumber : Dokumentasi Hasil Observasi)

## 2) Metode Boring Horizontal Manual

Boring Horizontal Manual yang dimaksud pada pembahasan ini adalah pekerjaan melubangi atau menggali tanah menggunakan peralatan sedemikian rupa dengan tenaga manusia yang bertujuan membuat lintasan utilitas arah mendatar atau horisontal di bawah permukaan tanah. Proses boring horizontal manual yang dilakukan tanpa casing ini biasa disebut dengan cara “Katrek” atau “Bor Rojok”.

Pada metode ini perlu dibuat lubang galian atau pit. Pada sebuah jalur *crossing* pipa, membutuhkan dua buah pit atau lebih. Pit digali dengan cara manual tenaga manusia atau dengan bantuan peralatan mekanis seperti excavator. Penggalian pit ini berfungsi sebagai tempat pekerja untuk melakukan pekerjaan menggali tanah dengan arah mendatar yang nantinya digunakan juga sebagai tempat masuknya pipa. Pit ini biasa disebut *exit* pit. Lubang galian atau pit tujuan akhir di buat di sisi berlawanan dari jalur *crossing* pipa, biasa disebut *enter point* pit dimana pipa akan dimasukkan dari titik ini dan ditarik ke *exit* pit. Pada pelaksanaannya, jika dibutuhkan maka akan dibuatkan pit antara *enter* pit dan *exit* pit, biasa disebut estafet pit.

Penggalian horizontal secara manual atau biasa disebut dengan boring horizontal manual ini dimulai dengan memasang mata bor yang berukuran 1” pada pipa besi Panjang 2 m. Mata bor tersebut ditusukkan kelapisan tanah secara horizontal sesuai kedalaman yang diinginkan, dengan bantuan balok kayu. Pipa yang dilengkapi mata bor terus menerus ditekan maju dan mundur ke arah *exit* pit. Jika lubang boring sudah bertambah panjang, pipa tersebut disambung



dengan pipa berikutnya. Secara estafet, mata bor terus menerus di tekan secara horisontal hingga tembus ke pit berikutnya.

Setelah pengeboran jalur pipa yang ditentukan telah tercapai, proses selanjutnya adalah proses pembesaran diameter lubang galian atau boring sampai 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 dialiri 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 ke dalam pit harus selalu dijaga dengan bantuan mesin pompa air.

Pipa HDPE yang sudah disiapkan (disambung) per batang diangkat perlahan dengan bantuan tenaga manusia atau alat berat. Kemudian pipa diturunkan dengan sangat hati – hati masuk ke dalam enter pit. Setelah pipa HDPE masuk ke dalam lubang pit, kemudian didorong dengan tenaga manusia dan bantuan alat chain block. Pekerjaan ini dikerjakan sampai pipa HDPE benar-benar masuk dan sesuai posisi rencana.

Jika pipa sudah terpasang maka pit kembali ditutup dengan cara menimbun pit menggunakan material urugan sirtu yang dipadatkan atau sesuai petunjuk direksi pekerjaan. Penimbunan pit dilakukan bersamaan dengan proses pemadatan tanah dibantu mesin *vibratory roller*. Proses ini dilakukan secara bertahap sampai ketebalan timbunan yang diinginkan tercapai.



**Gambar 4. 7** Contoh Pekerjaan Boring Horizontal Manual  
(Sumber : Dokumentasi Hasil Observasi)

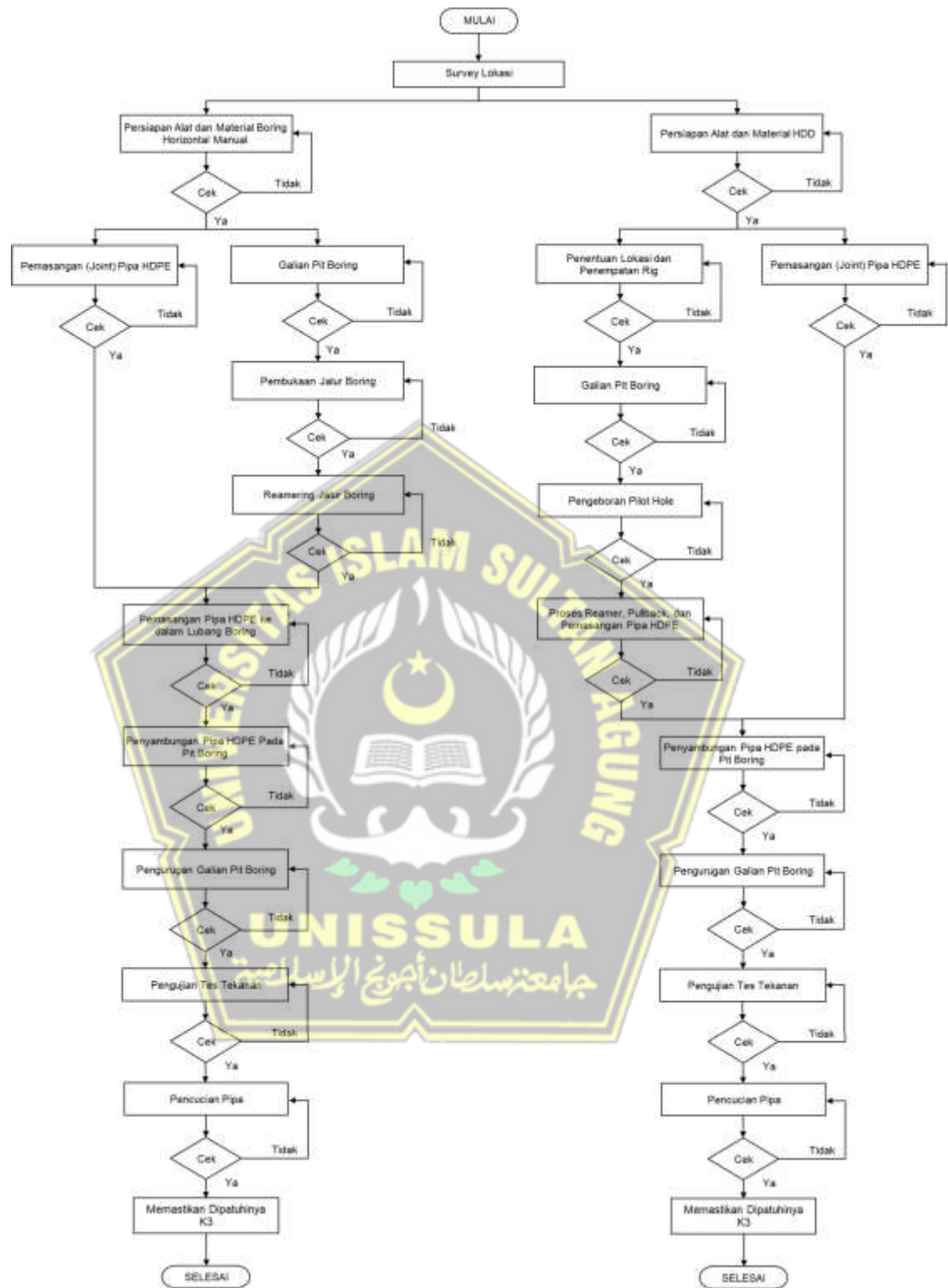
### 3) Metode *Horizontal Directional Drilling*

Pekerjaan pemasangan pipa dengan metode boring dilaksanakan pada kondisi-kondisi tertentu yang mana pelaksanaan dengan metode ini akan lebih efektif dilaksanakan daripada metode galian tanah (*open cut*). Adapun contoh kondisi-kondisi yang dimaksud yaitu seperti pada kondisi perlintasan (*crossing*) jalan, yang mana pada perlintasan tersebut terdapat lalu lintas yang cukup ramai dan padat sehingga apabila dilakukan dengan metode galian tanah (*open cut*) akan berdampak besar pada lalu lintas yang ada. Kondisi lain yaitu seperti pada perlintasan (*crossing*) rel kereta api, dikarenakan jalur kereta api tidak dimungkinkan untuk dirubah, dibongkar, atau dialihkan karena jalur kereta api adalah jalur tetap. Jalur pipa yang melewati jalan nasional juga akan lebih mudah dikerjakan dengan metode boring karena jalan nasional adalah jalan utama penghubung antar provinsi sehingga jika pemasangan pipa dilaksanakan dengan galian tanah (*open cut*) akan berdampak pada lalu lintas yang ada. Kondisi-kondisi lain yang mengharuskan pemasangan pipa dilakukan dengan metode boring yaitu seperti adanya saluran drainase melintang (*crossing*) pada jalur pipa, adanya pipa-pipa eksisting yang menjadi penghambat pada jalur rencana, jalan sempit dan padat perumahan, dan kondisi-kondisi tertentu lainnya. Boring dengan HDD merupakan pekerjaan boring menggunakan peralatan mekanis.



**Gambar 4. 8** Contoh Alat *Horizontal Directional Drilling*  
(Sumber : Dokumentasi Hasil Observasi)

Adapun lingkup kegiatan pemasangan pipa HDPE dengan metode boring meliputi:

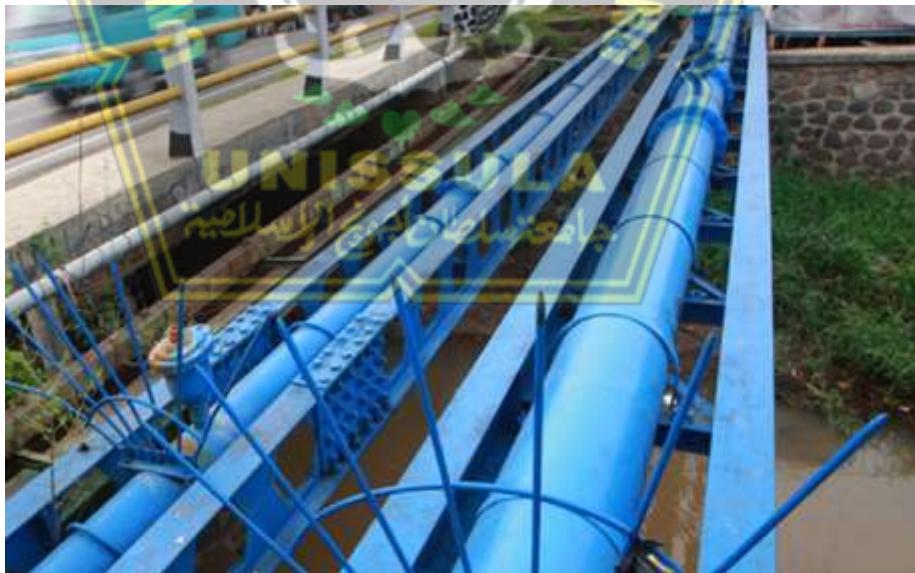


**Gambar 4.9** Diagram Alir Pekerjaan Boring  
(Sumber : Metode Kerja SPAM Semarang Barat)

#### 4) Metode Perlintasan Pipa

Pekerjaan Perlintasan Pipa adalah suatu teknik dalam pemasangan pipa dengan menggunakan konstruksi jembatan, yang dibuat sebagai perkuatan / penopang pada pipa. Pekerjaan perlintasan pipa ini dilaksanakan pada jalur pipa yang akan melintas di atas sungai, lembah, jalan desa (jalan kampung), jalan raya, atau trase yang memiliki ketinggian tertentu yang tidak dapat dijangkau melakukan metode lain. Metode ini melibatkan struktur beton abutment sebagai pondasi daripada pipa, sedangkan pipa yang biasa digunakan dalam metode ini adalah pipa galvanis (GSP).

Pipa pada pekerjaan perlintasan pipa atau jembatan pipa direncanakan menggunakan pipa galvanis (GSP). Pada jenis pekerjaan seperti perlintasan pipa, penggunaan pipa GSP daripada pipa HDPE jauh lebih tepat dikarenakan pada perlintasan pipa, jaringan pipa berada pada kondisi ekspos atau tidak tertanam dalam tanah. Pada kondisi ekspos, penggunaan pipa GSP lebih baik karena lebih tahan terhadap perubahan cuaca, rigid / kaku, dan lebih aman terhadap gangguan dari luar. Setiap perlintasan pipa direncanakan dengan pipa *washout* yang bertujuan untuk pencucian jaringan pipa yang langsung dibuang ke sungai. Pipa *washout* direncanakan menggunakan pipa galvanis (GIP).



**Gambar 4. 10** Contoh Pekerjaan Perlintasan Pipa  
(Sumber : <https://medialampung.disway.id/> )

#### 4.2.2 Tahap Kreatif

Setelah mengetahui bahwa metode pemasangan pipa layak untuk dilakukan *re-engineering* maka tahap berikutnya adalah tahap kreatif dimana akan dilakukannya alternatif-alternatif pengganti desain awal. Beberapa alternatif metode pekerjaan pemasangan pipa :

- a. Lokasi I —————> Metode di Lokasi Di Jalan Nasional, Jalan Provinsi  
Pada lokasi tersebut awalnya metode kerja yang digunakan yaitu *Open cut*, *Horizontal Directional Drilling*.
- b. Lokasi II —————> Metode di Lokasi Jalan Perkampungan  
Pada lokasi tersebut awalnya metode kerja yang digunakan yaitu *Open cut*, Boring Horizontal Manual.
- c. Lokasi III —————> Metode di Lokasi *Crossing* Sungai  
Pada lokasi tersebut awalnya metode kerja yang digunakan yaitu Perlintasan Pipa, kemudian dilakukan analisis *Re-engineering* dengan metode kerja *Horizontal Directional Drilling*.
- d. Gabungan —————> Metode Gabungan Seluruh Lokasi  
Seluruh lokasi pada setiap metode kerja yang telah dilakukan analisis *Re-engineering* digabungkan agar didapatkan total biaya seluruh pekerjaan pada proyek jaringan perpipaan tersebut dan lama waktu yang dibutuhkan hingga seluruh pekerjaan selesai.  
Beberapa faktor yang dijadikan pertimbangan dalam memberikan alternatif untuk metode pemasangan pipa adalah :
  - a) Kemudahan metode pekerjaan
  - b) Biaya
  - c) Waktu

**Tabel 4. 5** Metode pemasangan pipa berdasarkan lokasi proyek

Lokasi Pipa	Metode Pemasangan
Kampung	<i>Open cut</i>
	Boring Manual
Jalan Raya	<i>Open cut</i>
	Boring HDD
<i>Crossing</i> Sungai	Boring HDD
	Jembatan Perlintasan Pipa

(Sumber : Analisis Penulis)

### 4.2.3 Tahap Analisa

Tahap analisa merupakan tahap untuk mengevaluasi, menganalisis alternatif yang dipilih pada tahap kreatif. Hal yang akan dilakukan pada tahap analisa adalah sebagai berikut:

- 1) Metode pemasangan pipa
- 2) Volume Pekerjaan
- 3) Biaya
- 4) Waktu
- 5) Efisiensi biaya terhadap efektifitas waktu
- 6) Komparasi biaya dan waktu

#### 1. Metode pemasangan pipa

Berdasarkan pada dokumen Lampiran 4.3 Metode Kerja Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN) dapat diketahui langkah dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa *open cut*, boring horizontal manual, *Horizontal Directional Drilling* (HDD) dan perlintasan pipa terdapat perbedaan dan persamaan diantaranya dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut :

**Tabel 4. 6** Checklist metode pelaksanaan pipa

No	Metode Pelaksanaan	<i>Open cut</i>	Boring Horizontal Manual	HDD	Perlintasan Pipa
1.	Pengadaan Pipa HDPE	√	√	√	-
2.	Pengadaan Pipa GSP	-	-	-	√
3.	Angkutan/langsiran Pipa	√	√	√	-
4.	Pit Boring	-	√	√	-
5.	Mobilisasi Alat	-	√	√	-
6.	Pemasangan Pipa	√	√	√	√
7.	Pengelasan Pipa	√	√	√	-
8.	Galian Tanah	√	-	-	√
9.	Buangan Tanah	√	-	-	√

10.	Urugan Sirtu Dipadatkan	√	-	-	-
11.	Urugan Tanah Kembali	-	-	-	√
12.	Pasir Urug	-	-	-	√
13.	Tes Tekanan Pipa	√	√	√	-
14.	Pencucian Pipa	√	√	√	-
15.	Pekerjaan Beton	-	-	-	√
16.	Pengadaan dan Pemasangan Aksesoris Pipa	-	-	-	√

(Sumber : Analisis Penulis)

Pada Tabel 4.6 diketahui bahwa perbedaan metode pemasangan pipa *open cut*, boring horizontal manual, *Horizontal Directional Drilling* (HDD) dan perlintasan pipa memiliki perbedaan. Pada metode *open cut*, boring horizontal manual, dan *Horizontal Directional Drilling* (HDD) memiliki beberapa persamaan karena menggunakan bahan yang sama yaitu Pipa HDPE, namun pada perlintasan pipa memiliki perbedaan yang signifikan terhadap ketiga metode lainnya karena bahan pipa yang digunakan juga berbeda yaitu menggunakan Pipa GSP atau *Galvanized Steel Pipe*.

## 2. Volume Pekerjaan

Volume pelaksanaan pekerjaan pipa dirangkum dalam Tabel sebagai berikut:

### a. *Open cut*

Berdasarkan lampiran 4.2 RAB SPAM Semaang Barat pada kolom item pekerjaan, panjang jaringan pipa dengan metode *open cut* pada masing – masing diameter yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 7** Volume Pekerjaan *Open cut*

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Pemasangan Pipa HDPE ND 28" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	300	m'
2	Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	2.887	m'
3	Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.200	m'
4	Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	3.475	m'
5	Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	2.964	m'
6	Pemasangan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	850	m'
7	Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.100	m'
8	Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.000	m'
Total Panjang		13.776	m'

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.7 volume pekerjaan *open cut* dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode *open cut* yaitu 13.776 meter.

b. Boring Horizontal Manual

Berdasarkan Lampiran 4.2 RAB SPAM Semaang Barat pada kolom item pekerjaan, panjang jaringan pipa dengan metode Boring Horizontal Manual pada masing – masing diameter yaitu sebagai berikut :



**Tabel 4. 8** Volume Pekerjaan Boring Horizontal Manual

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1.	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 24"	18	m'
2.	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 14"	20	m'
3.	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 12"	18	m'
4.	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 8"	19	m'
5.	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 6"	25	m'
Total Panjang		100	m'

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.8 volume pekerjaan boring horizontal manual dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode *open cut* yaitu 100 meter.

c. *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

Berdasarkan lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat pada kolom item pekerjaan, panjang jaringan pipa dengan metode *Horizontal Directional Drilling* pada masing – masing diameter yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 9** Volume Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling*

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1.	HDD Pipa HDPE ND 24"	528	m'
2.	HDD Pipa HDPE ND 20"	276	m'
3.	HDD Pipa HDPE ND 14"	504	m'
4.	HDD Pipa HDPE ND 12"	960	m'
5.	HDD Pipa HDPE ND 6"	54	m'
Total Panjang		2.322	m'

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.9 volume pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode *open cut* yaitu 2.322 meter.

d. Perlintasan Pipa

Berdasarkan lampiran 4.2 RAB SPAM Semaang Barat pada kolom item pekerjaan, panjang jaringan pipa dengan metode Perlintasan Pipa pada masing – masing diameter yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4. 10** Volume Pekerjaan Perlintasan Pipa

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1.	Perlintasan Pipa ND 24''	9	m'
2.	Perlintasan Pipa ND 12''	6	m'
3.	Perlintasan Pipa ND 10''	8	m'
4.	Perlintasan Pipa ND 8''	6	m'
Total Panjang		29	m'

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.10 volume pekerjaan perlintasan pipa dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode *open cut* yaitu 29 meter.

3. Biaya

A. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Berdasarkan lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat, Analisa Harga Satuan untuk Pekerjaan pada Reservoir Manyaran 2 yaitu sebagai berikut :

1. Analisa harga satuan *open cut*

a) Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5)

**Tabel 4. 11** Analisa Harga Satuan Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<u>TENAGA KERJA</u>					
	JUMLAH HARGA TENAGA					-
B	<u>MATERIAL</u>					
	Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	M.593	m	1,000	3.565.100,00	3.565.100,00
	JUMLAH HARGA MATERIAL					3.565.100,00
C	<u>PERALATAN</u>					
	JUMLAH HARGA PERALATAN					-
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					3.565.100,00
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	356.510,00
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					3.921.610,00

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.11. analisa harga satuan untuk pengadaan pipa HDPE ND 24" (PN.12,5), memiliki harga satuan sejumlah Rp 3.921.610,00 / m'.

b) Pengadaan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5)

**Tabel 4. 12** Analisa Harga Satuan Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<u>TENAGA KERJA</u>					
	JUMLAH HARGA TENAGA					-
B	<u>MATERIAL</u>					
	Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	M.596	m	1,000	1.134.300,00	1.134.300,00
	JUMLAH HARGA MATERIAL					<b>1.134.300,00</b>
C	<u>PERALATAN</u>					
	JUMLAH HARGA PERALATAN					-
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					1.134.300,00
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	113.430,00
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					1.247.730,00

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.12. analisa harga satuan untuk pengadaan pipa HDPE ND 14" (PN.12,5), memiliki harga satuan sejumlah Rp 1.247.730,00 / m'.



c) Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 13** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 24"	L.732	m	1,000	27.700,00	27.700,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	L.785	m	0,040	257.000,00	10.280,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,450	274.600,00	123.570,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,420	102.900,00	43.218,00
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>261.305,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Sirtu kali	M.04	m3	1,200	137.300,00	164.760,00
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>207.730,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	E.836	Unit	0,291	321.300,00	93.498,30
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Alat Bantu Pemadatan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan	To.955	m	1,000	27.400,00	27.400,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>319.092,80</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					788.128,90
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%) 10,0 % x E					78.812,89
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					866.941,79

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.13. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 24" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 866.941 / m'.

d) Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 14** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 20"	L.730	m	1,000	24.300,00	24.300,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipe HDPE ND 20" 500 mm, PN.12,5	L.786	m	0,040	214.200,00	8.568,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,450	274.600,00	123.570,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,420	102.900,00	43.218,00
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>256.193,60</b>
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>					
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Sirtu kali	M.04	m3	1,200	137.300,00	164.760,00
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>207.730,50</b>
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>					
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Butt Fusion Pipe HDPE ND 20" 500 mm, PN.12,5	E.828	Unit	0,083	283.500,00	23.530,50
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Alat Bantu Pemasangan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 20"	To.955	m	1,000	27.400,00	27.400,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>249.125,00</b>
<b>E.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )</b>					<b>713.049,10</b>
<b>F.</b>	<b>OVERHEAD &amp; PROFIT (...%+...%=10%)</b>				<b>10,0</b>	<b>% x E</b>
<b>G.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )</b>					<b>784.354,01</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.14. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 20" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 784.354 / m'.

e) Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 15** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 14"	L.734	m	1,000	18.400,00	18.400,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	L.788	m	0,040	149.900,00	5.996,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,225	274.600,00	61.785,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,210	102.900,00	21.609,00
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>164.327,60</b>
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>					
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Sirtu kali	M.04	m3	1,200	137.300,00	164.760,00
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>207.730,50</b>
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>					
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	E.839	unit	0,083	982.400,00	81.539,20
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Alat Bantu Pemadatan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 20"	To.955	m	1,000	27.400,00	27.400,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>307.133,70</b>
<b>E.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )</b>					<b>679.191,80</b>
<b>F.</b>	<b>OVERHEAD &amp; PROFIT (...%+...%=10%)</b>				<b>10,0</b>	<b>% x E</b>
<b>G.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )</b>					<b>747.110,98</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.15. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 14" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 747.110 / m'.

f) Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 16** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 12"	L.735	m	1,000	9.400,00	9.400,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	L.789	m	0,040	128.500,00	5.140,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,225	274.600,00	61.785,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,210	102.900,00	21.609,00
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>154.471,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Sirtu kali	M.04	m3	1,200	137.300,00	164.760,00
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>207.730,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	E.830	Unit	0,083	170.100,00	14.118,30
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Alat Bantu Pemadatan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 12" mm	To.961	m	1,000	16.400,00	16.400,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>228.712,80</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					590.914,90
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	59.091,49
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					650.006,39

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.16. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 14" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 650.006 / m'.

g) Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 17** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)	
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>						
	Upah Handling Pipa HDPE 10"	L.736	m	1,000	5.200,00	5.200,00	
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	L.789	m	0,040	128.500,00	5.140,00	
	Harian Operator	L.716	OH	0,078	274.600,00	21.418,80	
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,225	274.600,00	61.785,00	
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,210	102.900,00	21.609,00	
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00	
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>128.852,80</b>	
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>						
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00	
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50	
	Sirtu kali	M.04	m3	0,600	137.300,00	82.380,00	
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00	
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>125.350,50</b>	
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>						
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70	
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 10" 250 mm, PN.12,5	E.831	Unit	0,083	127.400,00	10.574,20	
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60	
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20	
	Alat Bantu Pemadatan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00	
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 10" mm	To.963	m	1,000	13.700,00	13.700,00	
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>222.468,70</b>	
<b>E.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )</b>					<b>476.672,00</b>	
<b>F.</b>	<b>OVERHEAD &amp; PROFIT (...%+...%=10%)</b>				<b>10,0</b>	<b>% x E</b>	<b>47.667,20</b>
<b>G.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )</b>					<b>524.339,20</b>	

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.17. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 10" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 524.339 / m'.



h) Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 18** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)	
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>						
	Upah Handling Pipa HDPE 8"	L.737	m	1,000	4.400,00	4.400,00	
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 8" 200 mm, PN.12,5	L.791	m	0,040	85.600,00	3.424,00	
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60	
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,075	274.600,00	20.595,00	
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,140	102.900,00	14.406,00	
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00	
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>99.362,60</b>	
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>						
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00	
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,805	12.300,00	34.501,50	
	Sirtu kali	M.04	m3	1,200	137.300,00	164.760,00	
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00	
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>207.361,50</b>	
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>						
	Hyap Crane	E.858	unit	0,001	41.195.900,00	41.195,90	
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 8" 200 mm, PN.12,5	E.834	Unit	0,083	110.000,00	9.130,00	
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60	
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20	
	Alat Bantu Pematatan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00	
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 20"	To.955	m	1,000	27.400,00	27.400,00	
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>152.332,70</b>	
<b>E.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )</b>					<b>459.056,80</b>	
<b>F.</b>	<b>OVERHEAD &amp; PROFIT (...%+...%=10%)</b>				<b>10,0</b>	<b>% x E</b>	<b>45.905,68</b>
<b>G.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )</b>					<b>504.962,48</b>	

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.18. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 8" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 504.962 / m'.

i) Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

**Tabel 4. 19** Analisa Harga Satuan Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 6"	L.738	m	1,000	3.400,00	3.400,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	L.792	m	0,040	64.200,00	2.568,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,078	274.600,00	21.418,80
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,225	274.600,00	61.785,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,210	102.900,00	21.609,00
	Upah Pemasangan Sirtu Padat	L.718	m3	1,000	13.700,00	13.700,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>124.480,80</b>
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>					
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Sirtu kali	M.04	m3	0,600	137.300,00	82.380,00
	Proteksi terhadap galian	M.34	m'	1,000	1.300,00	1.300,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>125.350,50</b>
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>					
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	E.832	Unit	0,083	66.200,00	5.494,60
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Alat Bantu Pemasangan Sirtu	E.857	m3	1,000	1.300,00	1.300,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 6" mm	To.967	m	1,000	8.200,00	8.200,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>211.889,10</b>
<b>E.</b>	<b>JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )</b>					<b>461.720,40</b>
<b>F.</b>	<b>OVERHEAD &amp; PROFIT (...%+...%=10%)</b>				<b>10,0</b>	<b>% x E</b>
<b>G.</b>	<b>HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )</b>					<b>507.892,44</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.19. analisa harga satuan untuk pemasangan pipa HDPE ND 6" (pn.12,5) (galian tanah mekanis) memiliki harga satuan sejumlah Rp 507.892 / m'.

2. Analisa harga satuan boring horizontal manual

a) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 24”

**Tabel 4. 20** Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual

Pipa HDPE ND 24”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 24"	L.732	m	1,000	27.700,00	27.700,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,900	274.600,00	247.140,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,840	102.900,00	86.436,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	L.785	m	0,040	257.000,00	10.280,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>414.393,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	M.593	m	1,000	3.565.100,00	3.565.100,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>3.606.770,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	BHM Pipa HDPE ND 24" pada jalur pipa	To.1089	m	1,000	1.600,00	1.600,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	E.836	Unit	0,083	321.300,00	26.667,90
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 24" mm	To.953	m	1,000	32.900,00	32.900,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>258.062,40</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					4.279.226,50
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	427.922,65
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					4.707.149,15

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.20. analisa harga satuan untuk boring horizontal manual HDPE ND 24" memiliki harga satuan sejumlah Rp 4.707.149 / m’.

b) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 14”

**Tabel 4. 21** Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual  
Pipa HDPE ND 14”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A</b>	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 14"	L.734	m	1,000	18.400,00	18.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,450	274.600,00	123.570,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,420	102.900,00	43.218,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	L.788	m	0,040	149.900,00	5.996,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>234.021,60</b>
<b>B</b>	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	M.596	m	1,000	1.134.300,00	1.134.300,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>1.175.970,50</b>
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>					
	BHM Pipa HDPE ND 14" pada jalur pipa	To.1094	m	1,000	240.300,00	240.300,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	E.839	unit	0,083	982.400,00	81.539,20
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 14" mm	To.959	m	1,000	19.200,00	19.200,00
	<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					
<b>E.</b>	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					<b>1.947.925,80</b>
<b>F.</b>	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%) 10,0 % x E					<b>194.792,58</b>
<b>G.</b>	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					<b>2.142.718,38</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.21. analisa harga satuan untuk boring horizontal manual HDPE ND 14" memiliki harga satuan sejumlah Rp 2.142.718 / m'.

c) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 12”

**Tabel 4. 22** Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual  
Pipa HDPE ND 12”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 12"	L.735	m	1,000	9.400,00	9.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,450	274.600,00	123.570,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,420	102.900,00	43.218,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	L.789	m	0,040	128.500,00	5.140,00
	<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>					<b>224.165,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	M.597	m	1,000	894.400,00	894.400,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
	<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>					<b>936.070,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	BHM ND 12"	To.1088	m	1,000	177.100,00	177.100,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	E.830	Unit	0,083	170.100,00	14.118,30
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 12" mm	To.961	m	1,000	16.400,00	16.400,00
	<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					<b>404.512,80</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					1.564.748,90
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	156.474,89
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					1.721.223,79

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.22. analisa harga satuan untuk boring horizontal manual HDPE ND 12" memiliki harga satuan sejumlah Rp 1.721.223 / m’.

d) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 8”

**Tabel 4. 23** Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual  
Pipa HDPE ND 8”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 8"	L.737	m	1,000	4.400,00	4.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,156	274.600,00	42.906,25
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,840	102.900,00	86.436,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 8" 200 mm, PN.12,5	L.791	m	0,040	85.600,00	3.424,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>180.003,85</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 8" 200 mm, PN.12,5	M.599	m	1,000	359.900,00	359.900,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>401.570,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	BHM Pipe HDPE ND 8" pada jalur pipe	To.1091	m	1,000	82.300,00	82.300,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 8" 200 mm, PN.12,5	E.834	Unit	0,083	110.000,00	9.130,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 8" mm	To.965	m	1,000	10.900,00	10.900,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>299.224,50</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					880.798,85
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	88.079,89
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					968.878,74

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.23. analisa harga satuan untuk boring horizontal manual HDPE ND 8" memiliki harga satuan sejumlah Rp 968.878 / m’.

e) Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 6”

**Tabel 4. 24.** Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual  
Pipa HDPE ND 6”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 6"	L.738	m	1,000	3.400,00	3.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,120	274.600,00	32.952,00
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,225	274.600,00	61.785,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,210	102.900,00	21.609,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 4" 110 mm, PN.12,5	L.793	m	0,040	42.800,00	1.712,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>121.458,00</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	M.600	m	1,000	231.200,00	231.200,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	1,045	12.300,00	12.853,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>250.853,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	BHM Pipe HDPE ND 6" pada jalur pipe	To.1096	m	1,000	35.800,00	35.800,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,150	171.600,00	25.740,00
	Dump truck	E.816	jam	0,050	41.100,00	2.055,00
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	E.832	Unit	0,083	66.200,00	5.494,60
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 6" mm	To.967	m	1,000	8.200,00	8.200,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>200.877,30</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					573.188,80
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	57.318,88
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					630.507,68

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.24. analisa harga satuan untuk boring horizontal manual HDPE ND 6" memiliki harga satuan sejumlah Rp 630.507 / m'.

3. Analisa harga satuan *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

a) *Horizontal Directional Drilling* Pipa HDPE ND 24”

**Tabel 4. 25.** Analisa Harga Satuan *Horizontal Directional Drilling*

Pipa HDPE ND 24”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 24"	L.732	m	1,000	27.700,00	27.700,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	1,000	274.600,00	274.600,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,840	102.900,00	86.436,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	L.785	m	0,040	257.000,00	10.280,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>441.853,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	M.593	m	1,000	3.565.100,00	3.565.100,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>3.606.770,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	HDD Pipa HDPE ND 24" pada jalur pipa	To.1077	m	1,000	7.049.400,00	7.049.400,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 24" 630 mm, PN.12,5	E.836	Unit	0,083	321.300,00	26.667,90
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 24" mm	To.953	m	1,000	32.900,00	32.900,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>7.305.862,40</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					11.354.486,50
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%) 10,0 % x E					1.135.448,65
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					12.489.935,15

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.25. analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* HDPE ND 24" memiliki harga satuan sejumlah Rp 12.489.935/ m'.



b) *Horizontal Directional Drilling* Pipa HDPE ND 20”

Tabel 4. 26 Analisa Harga Satuan *Horizontal Directional Drilling*

Pipa HDPE ND 20”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 20"	L.730	m	1,000	24.300,00	24.300,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	1,000	274.600,00	274.600,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,900	102.900,00	92.610,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipe HDPE ND 20" 500 mm, PN.12,5	L.786	m	0,500	214.200,00	107.100,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>541.447,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 20" 500 mm, PN.12,5	M.594	m	1,000	2.247.800,00	2.247.800,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>2.289.470,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	HDD Pipa HDPE ND 20" pada jalur pipe	To.1078	m	1,000	5.116.500,00	5.116.500,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipe HDPE ND 20" 500 mm, PN.12,5	E.828	Unit	0,090	283.500,00	25.515,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 20"	To.955	m	0,333	27.400,00	9.124,20
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>5.348.033,70</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					8.178.951,80
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	817.895,18
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					8.996.846,98

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.26. analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* HDPE ND 20" memiliki harga satuan sejumlah Rp 8.996.846 / m'.

c) *Horizontal Directional Drilling* Pipa HDPE ND 14”

Tabel 4. 27 Analisa Harga Satuan *Horizontal Directional Drilling*

Pipa HDPE ND 14”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 14"	L.734	m	1,000	18.400,00	18.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,800	274.600,00	219.680,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,800	102.900,00	82.320,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	L.788	m	0,040	149.900,00	5.996,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>369.233,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	M.596	m	1,000	1.134.300,00	1.134.300,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,810	12.300,00	34.563,00
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	0,500	6.800,00	3.400,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>1.172.263,00</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	HDD Pipa HDPE ND 14" pada jalur pipa	To.1082	m	1,000	2.785.600,00	2.785.600,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,002	41.195.900,00	82.391,80
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,170	41.100,00	6.987,00
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 14" 355 mm, PN.12,5	E.839	unit	0,080	982.400,00	78.592,00
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 14" mm	To.959	m	1,000	19.200,00	19.200,00
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>3.039.008,40</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					4.580.505,00
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	458.050,50
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					5.038.555,50

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.27. analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* HDPE ND 14" memiliki harga satuan sejumlah Rp 5.038.555 / m<sup>2</sup>.

d) *Horizontal Directional Drilling* Pipa HDPE ND 12”

**Tabel 4. 28** Analisa Harga Satuan *Horizontal Directional Drilling*

Pipa HDPE ND 12”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 12"	L.735	m	1,000	9.400,00	9.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,600	274.600,00	164.760,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,840	102.900,00	86.436,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	L.789	m	0,040	128.500,00	5.140,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>308.573,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	M.597	m	1,000	894.400,00	894.400,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>936.070,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	HDD ND 12"	To.1076	m	1,000	3.050.900,00	3.050.900,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 12" 315 mm, PN.12,5	E.830	Unit	0,083	170.100,00	14.118,30
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 12" mm	To.961	m	0,333	16.400,00	5.461,20
	<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>					
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					4.512.018,10
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	451.201,81
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					4.963.219,91

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.28. analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* HDPE ND 12" memiliki harga satuan sejumlah Rp 4.963.219 / m'.

d) *Horizontal Directional Drilling* Pipa HDPE ND 6”

**Tabel 4. 29** Analisa Harga Satuan *Horizontal Directional Drilling*

Pipa HDPE ND 6”

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	KOEFISIEN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
A	<b>TENAGA KERJA</b>					
	Upah Handling Pipa HDPE 6"	L.738	m	1,000	3.400,00	3.400,00
	Harian Operator	L.716	OH	0,156	274.600,00	42.837,60
	Harian Operator Hyap Crane	L.717	OH	0,300	274.600,00	82.380,00
	Upah tenaga harian HyapCrane	L.695	OH	0,300	102.900,00	30.870,00
	Penyambungan Butt Fusion Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	L.792	m	0,040	64.200,00	2.568,00
<b>JUMLAH HARGA TENAGA</b>						<b>162.055,60</b>
B	<b>MATERIAL</b>					
	Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	M.600	m	1,000	231.200,00	231.200,00
	Solar industri Excavator	M.212	liter	2,835	12.300,00	34.870,50
	Material Bantu Penurunan Pipa	M.232	m	1,000	6.800,00	6.800,00
<b>JUMLAH HARGA MATERIAL</b>						<b>272.870,50</b>
C	<b>PERALATAN</b>					
	HDD Pipe HDPE ND 6" pada jalur pipe	To.1084	m	1,000	1.516.000,00	1.516.000,00
	Hyap Crane	E.858	unit	0,003	41.195.900,00	123.587,70
	Excavator PC 78	E.856	jam	0,386	171.600,00	66.237,60
	Dump truck	E.816	jam	0,172	41.100,00	7.069,20
	Butt Fusion Pipa HDPE ND 6" 160 mm, PN.12,5	E.832	Unit	0,083	66.200,00	5.494,60
	Pengetesan hidrostatik & Aliran dengan Disinfektan ND 6" mm	To.967	m	0,333	8.200,00	2.730,60
<b>JUMLAH HARGA PERALATAN</b>						<b>1.721.119,70</b>
E.	JUMLAH HARGA TENAGA, MATERIAL, PERALATAN DAN SUBKON ( A + B + C + D )					2.156.045,80
F.	OVERHEAD & PROFIT (...%+...%=10%)			10,0	% x E	215.604,58
G.	HARGA SATUAN PEKERJAAN ( E + F )					2.371.650,38

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.29. analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* HDPE ND 6" memiliki harga satuan sejumlah Rp 2.371.650 / m’.

B. Rekapitulasi Harga Sesuai Eksisting

1. Pekerjaan *Open cut*

Berdasarkan Lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat, Pekerjaan *open cut* terdiri atas Pengadaan Pipa dan Pemasangan Pipa. Jumlah harga untuk pekerjaan metode *open cut* dapat dihitung dengan rumus persamaan pada Persamaan 2.1.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Pengadaan pipa HDPE 24"} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 3.817 \times 3.921.610,00 \\ &= \text{Rp. } 12.498.171.070,00 \end{aligned}$$

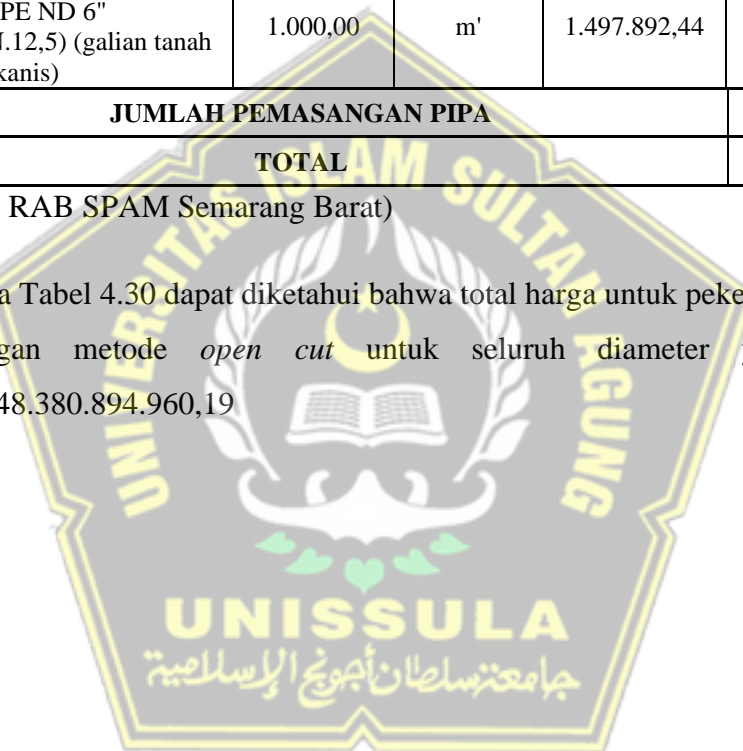
**Tabel 4. 30** Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pemasangan Pipa

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<b>I. PENGADAAN PIPA</b>					
1	Pengadaan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5)	3.187,00	m'	3.921.610,00	12.498.171.070,00
2	Pengadaan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5)	1.200,00	m'	2.472.580,00	2.967.096.000,00
3	Pengadaan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5)	3.475,00	m'	1.247.730,00	4.335.861.750,00
4	Pengadaan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5)	2.964,00	m'	983.840,00	2.916.101.760,00
5	Pengadaan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5)	850,00	m'	619.520,00	526.592.000,00
6	Pengadaan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5)	300,00	m'	395.890,00	435.479.000,00
7	Pengadaan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5)	2.887,00	m'	254.320,00	254.320.000,00
<b>JUMLAH PENGADAAN PIPA</b>					<b>23.933.621.580,00</b>
<b>II. PEMASANGAN PIPA</b>					
kedalaman pemasangan pipa 150 cm dari punggung pipa, termasuk angkutan/langsiran ke lokasi, pengelasan pipa, galian tanah, buangan tanah, urugan sirtu dipadatkan, tes tekanan, dan pencucian pipa.					
1	Pemasangan Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	3.187,00	m'	1.966.941,79	6.268.643.484,73
2	Pemasangan Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.200,00	m'	1.884.354,01	2.261.224.812,00

3	Pemasangan Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	3.475,00	m'	1.784.710,98	6.201.870.655,50
4	Pemasangan Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	2.964,00	m'	1.709.006,39	5.065.494.939,96
5	Pemasangan Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	850,00	m'	1.644.339,20	1.397.688.320,00
6	Pemasangan Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.100,00	m'	1.594.962,48	1.754.458.728,00
7	Pemasangan Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5) (galian tanah mekanis)	1.000,00	m'	1.497.892,44	1.497.892.440,00
<b>JUMLAH PEMASANGAN PIPA</b>					<b>24.447.273.380,19</b>
<b>TOTAL</b>					<b>48.380.894.960,19</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.30 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan eksisting dengan metode *open cut* untuk seluruh diameter yaitu sebesar Rp 48.380.894.960,19



2. Pekerjaan Boring Horizontal Manual

Jumlah harga untuk pekerjaan boring horizontal manual dapat dihitung dengan rumus persamaan pada Persamaan 2.1.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Boring Horizontal Manual Pipa HDPE 24"} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 18 \times 4.707.149,15 \\ &= \text{Rp. } 84.728.684,70 \end{aligned}$$

**Tabel 4. 31** Rekapitulasi Harga Pekerjaan Boring Horizontal Manual

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<b>III. PEKERJAAN BORING</b>					
dengan metode boring horizontal manual termasuk pengadaan pipa HDPE PN.12,5, pit boring, mobilisasi alat, angkutan/langsiran ipa ke lokasi, pemasangan pipa, pengelasan pipa, tes tekanan, dan pencucian pipa.					
1	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 24"	18,00	m'	4.707.149,15	84.728.684,70
2	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 14"	20,00	m'	2.142.718,38	42.854.367,60
3	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 12"	18,00	m'	1.721.223,79	30.982.028,22
4	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 8"	19,00	m'	1.168.878,74	22.208.695,97
5	Boring Horizontal Manual Pipa HDPE ND 6"	25,00	m'	930.507,68	23.262.692,00
<b>TOTAL</b>					<b>204.036.468,49</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.31 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan dengan metode boring horizontal manual untuk seluruh diameter yaitu sebesar Rp 204.036.468,49

3. Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

Jumlah harga untuk pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* dapat dihitung dengan rumus persamaan pada Persamaan 2.1.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{HDD Pipa HDPE 24''} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 528 \times 8.489.935,15 \\ &= \text{Rp. 4.482.685.759,20} \end{aligned}$$

**Tabel 4. 32** Rekapitulasi Harga Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling*

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<b>III. PEKERJAAN BORING</b>					
dengan metode HDD termasuk pengadaan pipa HDPE PN.12,5, georadar, pit boring, mobilisasi alat, angkutan/langsiran pipa ke lokasi, pengelasan pipa, galian tanah keras, buangan tanah ke luar lokasi, urugan sirtu dipadatkan, tes tekanan, dan pencucian pipa.					
1	HDD Pipa HDPE ND 24"	528,00	m'	8.489.935,15	4.482.685.759,20
2	HDD Pipa HDPE ND 20"	276,00	m'	7.296.846,98	2.013.929.766,48
3	HDD Pipa HDPE ND 14"	504,00	m'	5.038.555,50	2.539.431.972,00
4	HDD Pipa HDPE ND 12"	960,00	m'	3.963.219,91	3.804.691.113,60
5	HDD Pipa HDPE ND 6"	54,00	m'	1.371.650,38	74.069.120,52
<b>TOTAL</b>					<b>16.510.007.731,80</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan dengan metode HDD untuk seluruh diameter yaitu sebesar Rp 16.510.007.731,80.



4. Pekerjaan Perlintasan

Jumlah harga untuk pekerjaan Perlintasan dihitung dengan cara sebagai berikut :

Jumlah Harga = Volume X Harga Satuan

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Galian tanah} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 24 \times 87.956,11 \\ &= \text{Rp. 2.110.946,64} \end{aligned}$$

**Tabel 4. 33** Rekapitulasi Harga Pekerjaan Perlintasan

NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
<b>IV. PERLINTASAN PIPA ND 24", L = 9 M - 1 UNIT</b>					
<b>A. Pekerjaan Tanah</b>					
1	Galian tanah	24,00	m3	87.956,11	2.110.946,64
2	Buangan tanah	6,96	m3	43.107,90	300.030,98
3	Urugan tanah kembali	17,04	m3	23.540,00	401.121,60
4	Pasir urug	0,39	m3	364.914,00	142.316,46
5	Pemasangan buis beton ND 50 cm, L = 1 m	24,00	bh	301.950,00	7.246.800,00
6	Dewatering	15,00	hari	466.002,13	6.990.031,95
<b>B. Pekerjaan Beton</b>					
1	<i>Thrust</i> blok beton K-225	4,35	m3	1.186.242,75	5.160.155,96
2	Beton <i>bore pile</i>	3,01	m3	1.162.449,75	3.498.973,75
3	Bekisting	14,40	m2	192.500,00	2.772.000,00
4	Pembesian	1.191,98	kg	13.779,70	16.425.126,81
<b>C. Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa</b>					
1	Pipa GSP ND 24", t = 9,52 mm	12,00	m'	7.563.555,34	90.762.664,08
<b>D. Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa</b>					
1	<i>Bend all Flange 45 Steel ND 24"</i>	4,00	bh	12.478.290,00	49.913.160,00
2	<i>Universal Coupling DI ND 24"</i>	2,00	bh	34.224.520,00	68.449.040,00
3	<i>AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 24"</i>	1,00	bh	124.681.040,00	124.681.040,00
4	<i>Air Valve</i>	1,00	unit	-	-
5	<i>Combination Kinetic Air Valve DI ND 6"</i>	1,00	bh	22.714.560,00	22.714.560,00

6	<i>AF Resilient Seat Gate Valve</i> DI PN.16 ND. 6"	1,00	bh	7.307.410,00	7.307.410,00
7	<i>Flange las ND 24"</i>	2,00	bh	3.529.460,00	7.058.920,00
8	<i>Flange las ND 6"</i>	2,00	bh	294.030,00	588.060,00
9	Pipa GIP ND 6"	0,20	m'	905.557,84	181.111,57
10	Besi pengaman	2,00	unit	150.810,00	301.620,00
11	<i>Washout</i>			-	-
12	<i>Tee all Flange Steel ND 24"</i> x 12"	1,00	bh	12.905.090,00	12.905.090,00
13	<i>Bend all Flange 90 Steel</i> ND 12"	1,00	bh	4.838.790,00	4.838.790,00
14	Pipa GSP ND 12", t = 6,35 mm	6,00	m'	2.783.942,37	16.703.654,22
15	<i>AF Resilient Seat Gate Valve</i> DI PN.16 ND. 12"	1,00	unit	21.530.025,00	21.530.025,00
16	Plat <i>Steel</i> untuk Klamp pipa (lebar 5 cm - tebal 3 mm)	7,39	kg	33.286,00	245.983,54
<b>JUMLAH PERLINTASAN PIPA ND 24", L = 9 M - 1 UNIT</b>					<b>473.228.632,56</b>
<b>V. PERLINTASAN PIPA ND 12", L = 6 M - 1 UNIT</b>					
<b>A. Pekerjaan Tanah</b>					
1	Galian tanah	4,00	m <sup>3</sup>	87.956,11	351.824,44
2	Buangan tanah	2,47	m <sup>3</sup>	43.107,90	106.476,51
3	Urugan tanah kembali	1,53	m <sup>3</sup>	23.540,00	36.016,20
4	Pasir urug	0,20	m <sup>3</sup>	364.914,00	72.982,80
5	Dewatering	15,00	hari	466.002,13	6.990.031,95
<b>B. Pekerjaan Beton</b>					
1	<i>Thrust blok beton K-225</i>	4,35	m <sup>3</sup>	1.186.242,75	5.160.155,96
2	Beton <i>bore pile</i>	3,01	m <sup>3</sup>	1.162.449,75	3.498.973,75
3	Bekisting	14,40	m <sup>2</sup>	192.500,00	2.772.000,00
4	Pembesian	1.173,53	kg	13.779,70	16.170.891,34
<b>C. Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa</b>					
1	Pipa GSP ND 12", t = 6,35 mm	9,00	m'	2.783.942,37	25.055.481,33
<b>D. Aksesoris Pipa</b>					
1	<i>Bend all Flange 45 DCI ND</i> 12"	4,00	bh	8.740.380,00	34.961.520,00
2	<i>Universal Coupling DI ND</i> 12"	2,00	bh	4.072.200,00	8.144.400,00
3	<i>AF Resilient Seat Gate Valve</i> DI PN.16 ND. 12"	1,00	bh	21.530.025,00	21.530.025,00
4	<i>Air Valve</i>	1,00	unit	-	-
5	<i>Combination Kinetic Air</i> <i>Valve DI ND 3"</i>	1,00	bh	7.474.500,00	7.474.500,00
6	<i>AF Resilient Seat Gate Valve</i> DI PN.16 ND. 3"	1,00	bh	4.037.220,00	4.037.220,00
7	<i>Flange las ND 12"</i>	2,00	bh	1.051.820,00	2.103.640,00

8	Flange las ND 3"	2,00	bh	232.210,00	464.420,00
9	Pipa GIP ND 3"	0,20	m'	507.891,67	101.578,33
10	Besi pengaman	2,00	unit	150.810,00	301.620,00
11	Washout			-	-
12	Tee all Flange DCI ND 12" x 6"	1,00	bh	8.859.070,00	8.859.070,00
13	Bend all Flange 90 DCI ND 6"	1,00	bh	4.995.100,00	4.995.100,00
14	Pipa GSP ND 6"	6,00	m'	905.557,84	5.433.347,04
15	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 6"	1,00	unit	7.307.410,00	7.307.410,00
16	Plat Steel untuk Klamp pipa (lebar 5 cm - tebal 3 mm)	3,70	kg	33.286,00	123.158,20
<b>JUMLAH PERLINTASAN PIPA ND 12", L = 6 M - 1 UNIT</b>					<b>166.051.842,86</b>
<b>VI. PERLINTASAN PIPA ND 12", L = 6 M - 1 UNIT</b>					
<b>A. Pekerjaan Tanah</b>					
1	Galian tanah	4,00	m3	87.956,11	351.824,44
2	Buangan tanah	2,47	m3	43.107,90	106.476,51
3	Urugan tanah kembali	1,53	m3	23.540,00	36.016,20
4	Pasir urug	0,20	m3	364.914,00	72.982,80
5	Dewatering	15,00	hari	466.002,13	6.990.031,95
<b>B. Pekerjaan Beton</b>					
1	Thrust blok beton K-225	4,35	m3	1.186.242,75	5.160.155,96
2	Beton bore pile	3,01	m3	1.162.449,75	3.498.973,75
3	Bekisting	14,40	m2	192.500,00	2.772.000,00
4	Pembesian	1.173,53	kg	13.779,70	16.170.891,34
<b>C. Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa</b>					
1	Pipa GSP ND 10", t = 6,35 mm	12,00	m'	2.384.621,03	28.615.452,36
<b>D. Aksesoris Pipa</b>					
1	Bend all Flange 45 DCI ND 10"	4,00	bh	1.836.890,00	7.347.560,00
2	Universal Coupling DI ND 10"	2,00	bh	3.557.840,00	7.115.680,00
3	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 10"	1,00	bh	15.031.610,00	15.031.610,00
4	Air Valve	1,00	unit	-	-
5	Combination Kinetic Air Valve DI ND 3"	1,00	bh	7.474.500,00	7.474.500,00
6	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 3"	1,00	bh	4.037.220,00	4.037.220,00
7	Flange las ND 10"	2,00	bh	766.040,00	1.532.080,00
8	Flange las ND 3"	2,00	bh	232.210,00	464.420,00
9	Pipa GIP ND 3"	0,20	m'	507.891,67	101.578,33

10	Besi pengaman	2,00	unit	150.810,00	301.620,00
11	Washout			-	-
12	Tee all Flange DCI ND 10" x 6"	1,00	bh	6.974.000,00	6.974.000,00
13	Bend all Flange 90 DCI ND 6"	1,00	bh	4.995.100,00	4.995.100,00
14	Pipa GSP ND 6"	6,00	m'	905.557,84	5.433.347,04
15	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 6"	1,00	unit	7.307.410,00	7.307.410,00
16	Plat Steel untuk Klamp pipa (lebar 5 cm - tebal 3 mm)	3,08	kg	33.286,00	102.520,88
<b>JUMLAH PERLINTASAN PIPA ND 12", L = 6 M - 1 UNIT</b>					<b>131.993.451,57</b>
<b>VII. PERLINTASAN PIPA ND 8", L = 6 M - 1 UNIT</b>					
<b>A. Pekerjaan Tanah</b>					
1	Galian tanah	4,00	m3	87.956,11	351.824,44
2	Buangan tanah	2,47	m3	43.107,90	106.476,51
3	Urugan tanah kembali	1,53	m3	23.540,00	36.016,20
4	Pasir urug	0,20	m3	364.914,00	72.982,80
5	Dewatering	12,00	hari	466.002,13	5.592.025,56
<b>B. Pekerjaan Beton</b>					
1	Thrust blok beton K-225	4,35	m3	1.186.242,75	5.160.155,96
2	Beton bore pile	3,01	m3	1.162.449,75	3.498.973,75
3	Bekisting	14,40	m2	192.500,00	2.772.000,00
4	Pembesian	1.173,53	kg	13.779,70	16.170.891,34
<b>C. Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Pipa</b>					
1	Pipa GSP ND 8", t = 6,35 mm	9,00	m'	1.494.926,84	13.454.341,56
<b>D. Aksesoris Pipa</b>					
1	Bend all Flange 45 DCI ND 8"	4,00	bh	3.619.330,00	14.477.320,00
2	Universal Coupling DI ND 8"	2,00	bh	2.828.980,00	5.657.960,00
3	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 8"	1,00	bh	10.083.040,00	10.083.040,00
4	Air Valve	1,00	unit	-	-
5	Combination Kinetic Air Valve DI ND 3"	1,00	bh	7.474.500,00	7.474.500,00
6	AF Resilient Seat Gate Valve DI PN.16 ND. 3"	1,00	bh	4.037.220,00	4.037.220,00
7	Flange las ND 8"	2,00	bh	601.260,00	1.202.520,00
8	Flange las ND 3"	2,00	bh	232.210,00	464.420,00
9	Pipa GIP ND 3"	0,20	m'	507.891,67	101.578,33
10	Besi pengaman	2,00	unit	150.810,00	301.620,00
11	Washout			-	-

12	<i>Tee all Flange</i> DCI ND 8" x 4"	1,00	bh	4.195.620,00	4.195.620,00
13	<i>Bend all Flange</i> 90 DCI ND 4"	1,00	bh	3.898.400,00	3.898.400,00
14	Pipa GSP ND 4"	6,00	m'	682.127,93	4.092.767,58
15	<i>AF Resilient Seat Gate Valve</i> DI PN.16 ND. 4"	1,00	unit	5.243.480,00	5.243.480,00
16	Plat <i>Steel</i> untuk Klamp pipa (lebar 5 cm - tebal 3 mm)	1,23	kg	33.286,00	40.941,78
<b>JUMLAH PERLINTASAN PIPA ND 8", L = 6 M - 1 UNIT</b>					<b>108.487.075,82</b>
<b>TOTAL</b>					<b>879.761.002,81</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Pada Tabel 4.33 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan dengan metode Perlintasan Pipa untuk seluruh diameter yaitu sebesar Rp 879.761.002,81

### C. Rekapitulasi Harga dengan Metode Alternatif

#### 1. Alternatif I (Lokasi Jalan Raya, Nasional dan Provinsi)

Pada lokasi Lokasi Jalan Raya, Nasional dan Provinsi metode kerja awal (eksisting) yang digunakan yaitu *open cut*, sedangkan metode alternatif yang digunakan yaitu HDD.

**Tabel 4. 34 Rekapitulasi Biaya Alternatif I**

KODE	NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
					(Rp)	(Rp)
D.		<b>JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 2</b>				
II.		<b>PEKERJAAN BORING</b>				
	2	dengan metode HDD termasuk pengadaan pipa HDPE PN.12,5, georadar, pit boring, mobilisasi alat, angkutan/langsiran pipa ke lokasi,				-
		- HDD Pipa HDPE ND 24"	2.187,00	m'	8.489.935,15	18.567.488.173
		- HDD Pipa HDPE ND 20"	1.200,00	m'	7.296.846,98	8.756.216.376
		- HDD Pipa HDPE ND 14"	1.475,00	m'	5.038.555,50	7.431.869.363
		- HDD Pipa HDPE ND 12"	1.964,00	m'	3.963.219,91	7.783.763.903
		- HDD Pipa HDPE ND 10"	850,00	m'	2.606.034,77	2.215.129.555
		- HDD Pipa HDPE ND 8"	1.100,00	m'	1.930.986,53	2.124.085.183
		- HDD Pipa HDPE ND 6"	1.000,00	m'	1.371.650,38	1.371.650.380
<b>TOTAL</b>						<b>48.250.202.932</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.34 Rekapitulasi Biaya Alternatif I, biaya yang dibutuhkan untuk alternatif I yaitu Rp. 48.250.202.932 Sedangkan biaya sesuai eksisting yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.40 diatas yaitu sebesar Rp. 48.380.894.960,19

2. Alternatif II (Lokasi Jalan Perkampungan)

Pada lokasi Lokasi perkampungan metode kerja awal (eksisting) yang digunakan yaitu *open cut*, sedangkan metode alternatif yang digunakan yaitu Boring Horizontal Manual.

**Tabel 4. 35** Rekapitulasi Biaya Alternatif II

KODE	NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
D.		JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 2				
II.		PEKERJAAN BORING				
	1	dengan metode boring horizontal manual termasuk pengadaan pipa HDPE PN.12,5, pit boring, mobilisasi alat, angkutan/langsiran ipa ke lokasi, pemasangan pipa, pengelasan pipa, tes tekanan, dan				
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 24" (PN.12,5)	3.187,00	m'	4.707.149,15	Rp 15.001.684.341
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 20" (PN.12,5)	1.200,00	m'	4.630.864,81	Rp 5.557.037.772
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 14" (PN.12,5)	3.475,00	m'	2.142.718,38	Rp 7.445.946.371
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 12" (PN.12,5)	2.964,00	m'	1.721.223,79	Rp 5.101.707.314
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 10" (PN.12,5)	850,00	m'	1.378.406,92	Rp 1.171.645.882
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 8" (PN.12,5)	1.100,00	m'	1.168.878,74	Rp 1.285.766.609
		- Boring Horizontal Manual Pipa Pipa HDPE ND 6" (PN.12,5)	1.000,00	m'	930.507,68	Rp 930.507.680
		<b>TOTAL</b>				<b>Rp 36.494.295.968</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.35 Rekapitulasi Biaya Alternatif II, biaya yang dibutuhkan untuk alternatif I yaitu Rp 36.494.295.968. Sedangkan biaya sesuai eksisting yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.40 diatas yaitu sebesar Rp. 48.380.894.960,19.

3. Alternatif III (Lokasi *Crossing* Sungai)

Pada lokasi *crossing* sungai metode kerja awal (eksisting) yang digunakan yaitu perlintasan pipa, sedangkan metode alternatif yang digunakan yaitu HDD.

**Tabel 4. 36** Rekapitulasi Biaya Alternatif III

KODE	NO	URAIAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH (Rp)
D.		JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 2				
III.		PEKERJAAN BORING				
	2	dengan metode HDD termasuk pengadaan pipa HDPE PN.12,5, georadar, pit boring, mobilisasi alat, angkutan/langsiran pipa ke lokasi, pengelasan pipa, galian tanah keras, buangan tanah ke luar lokasi, urugan sirtu dipadatkan, tes tekanan, dan pencucian pipa.				
		- HDD Pipa HDPE ND 24"	55,00	m'	8.489.935,15	466.946.433,25
		- HDD Pipa HDPE ND 12"	42,00	m'	3.963.219,91	166.455.236,22
		- HDD Pipa HDPE ND 10"	48,00	m	2.606.034,77	125.089.668,96
		- HDD Pipa HDPE ND 8"	42,00	m	1.930.986,53	81.101.434,26
		<b>TOTAL</b>				<b>839.592.772,69</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.36 Rekapitulasi Biaya Alternatif III, biaya yang dibutuhkan untuk alternatif I yaitu Rp 839.592.772,69 Sedangkan biaya

sesuai eksisting yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.43 diatas yaitu sebesar Rp 879.761.002,81.

#### 4. Gabungan Seluruh Lokasi

Pada gabungan seluruh lokasi metode pemasangan pipa yang digunakan yaitu penggabungan antara metode HDD dan Boring Horizontal Manual. Sehingga biaya total pada reservoir Manyaran 2 adalah sebagai berikut

**Tabel 4. 37** Rekapitulasi Biaya Reservoir Manyara

No.	DIVISI JARINGAN DISTRIBUSI RESERVOIR MANYARAN 2	Jumlah Harga
1	Pekerjaan Boring Horizontal Manual	4.241.266.746
2	Pekerjaan Boring Horizontal dengan HDD	61.869.747.064
3	Perlintasan Pipa ND 24", L= 9m	473.228.633
4	Perlintasan Pipa ND 12", L= 6m	166.051.843
5	Perlintasan Pipa ND 10", L= 8m	131.993.452
6	Perlintasan Pipa ND 8", L= 6m	108.487.076
7	DMA ND 12"	332.851.871
8	DMA ND 10"	1.118.490.930
9	DMA ND 8"	755.375.263
10	DMA ND 6"	1.659.373.789
11	Pengadaan dan Pemasangan Accessories	2.735.907.626
12	Pekerjaan lain-lain	3.411.229.734
	<b>Jumlah Total</b>	<b>77.004.004.026</b>

(Sumber : RAB SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.37 Rekapitulasi Biaya Manyaran 2, biaya total yang dibutuhkan yaitu Rp 77.004.004.026 Sedangkan biaya sesuai eksisting yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.43 diatas yaitu sebesar Rp 79.392.729.376.

#### 4. Waktu

Waktu pelaksanaan pekerjaan pada proyek SPAM Semarang Barat ini dapat dilihat melalui *Time Shedule* kurva s yaitu pada Lampiran 4.5. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat Mendukung KPBU (PSN). Melalui kurva s tersebut dapat diketahui durasi tiap pekerjaan dan kapan pekerjaan tersebut dapat mulai dikerjakan. Dalam membuat kurva s kita harus menentukan bobot dan durasi tiap pekerjaan terlebih dahulu. Durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan mempertimbangkan volume pekerjaan dan produktivitas kerja dengan rumus pada persamaan 2.2.

Sedangkan bobot pekerjaan dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 2.3. Setelah bobot dan durasi sudah diketahui maka selanjutnya *Time Schedule* kurva s dapat dibuat menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Project* yang telah dijelaskan pada Bab 3.2 sebelumnya.

Bobot dan durasi yang dibutuhkan pada masing – masing metode pemasangan pipa pada Reservoir Manyaran 2 adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 38** Rekapitulasi Durasi Pekerjaan sesuai eksisting

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)
I.	Pengadaan Pipa	300
II.	Pemasangan Pipa	306
III.	Pekerjaan Boring : Boring Horizontal Manual	50
	Pekerjaan Boring : HDD	4
IV.	Perlindungan Pipa ND 24", L = 9 M - 1 Unit	15
V.	Perlindungan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit	7
VI.	Perlindungan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit	7
VII.	Perlindungan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit	7

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan SPAM Semarang Barat)

a) Lokasi I

Analisis waktu yang dilakukan pada lokasi I yaitu dengan menghitung waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi Jalan Raya, Jalan Nasional dan Jalan Provinsi yang semula dilakukan dengan metode *open cut* kemudian diubah dengan metode alternatif HDD.

- Volume dapat dilihat pada Lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat
- Produktivitas dapat diketahui melalui wawancara yang telah penulis lakukan sebelumnya pada survey lapangan tanggal 8 Agustus 2022, yaitu wawancara dengan Bapak Satya Yoga selaku Pelaksana Utama pada proyek tersebut.

Produktivitas untuk pekerjaan *open cut* yaitu 45 m/hari. Maka dalam 1 jam dapat diketahui produktivitasnya 1,875 m/jam.



Produktivitas untuk pekerjaan HDD yaitu 47 m/ hari. Maka dalam 1 jam dapat diketahui produktivitasnya yaitu 1,958 m/jam

Contoh Perhitungan durasi pekerjaan *open cut* :

Volume = 13.776 m

Produktivitas = 45 m/hari

Durasi =  $\frac{13.776}{45}$  = 306,13 hari = 44 minggu

**Tabel 4. 39** Rekapitulasi Perbandingan *Open cut* dengan HDD

No	Metode	Durasi	
1	<i>Open cut</i>	306 hari	44 minggu
2	HDD	293 hari	42 minggu
<b>Selisih</b>		13 hari	2 minggu

(Sumber : Analisis Penulis)

Dari Tabel 4.39 diatas dapat diketahui bahwa pekerjaan dengan metode HDD memiliki durasi waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan metode *open cut*.

b) Lokasi II

Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi jalan perkampungan yang semula dilakukan dengan metode *open cut* kemudian diubah menggunakan metode alternatif boring horizontal manual.

- Volume dapat dilihat pada Lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat
- Produktivitas dapat diketahui melalui wawancara yang telah penulis lakukan sebelumnya pada survey lapangan tanggal 8 Agustus 2022, yaitu wawancara dengan Bapak Satya Yoga selaku Pelaksana Utama pada proyek tersebut.

Produktivitas untuk pekerjaan *open cut* yaitu 45 m/hari. Maka dalam 1 jam dapat diketahui produktivitasnya 1,875 m/jam. Produktivitas untuk pekerjaan boring horizontal manual yaitu 48 m/ hari. Maka dalam 1 jam dapat diketahui produktivitasnya yaitu 2 m/jam.

Contoh Perhitungan durasi pekerjaan *open cut* :

Volume = 13.776 m

Produktivitas = 45 m/hari

Durasi =  $\frac{13.776}{45}$  = 306,13 hari

**Tabel 4. 40** Rekapitulasi Perbandingan *Open cut* dengan Boring Horizontal Manual

No	Metode	Durasi	
1	<i>Open cut</i>	306 hari	44 minggu
2	Boring Horizontal Manual	287 hari	41 minggu
<b>Selisih</b>		19 hari	3 minggu

(Sumber : Analisis Penulis)

Dari Tabel 4.40 diatas dapat diketahui bahwa pekerjaan dengan metode *open cut* memiliki durasi yang lebih lama dibandingkan metode boring horizontal manual.

c) Lokasi III

Pada Lokasi III ini dilakukan perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi *crossing* sungai yang semula dilakukan dengan metode perlintasan kemudian diubah dengan metode alternatif HDD.

- Volume dapat dilihat pada Lampiran 4.2 RAB SPAM Semarang Barat
- Produktivitas dapat diketahui melalui wawancara yang telah penulis lakukan sebelumnya pada survey lapangan tanggal 8 Agustus 2022, yaitu wawancara dengan Bapak Satya Yoga selaku Pelaksana Utama pada proyek tersebut.

Produktivitas untuk pekerjaan HDD yaitu 47 m/ hari. Maka dalam 1 jam dapat diketahui produktivitasnya yaitu 1,958 m/jam.

Produktivitas untuk pekerjaan perlintasan untuk pipa kecil (dibawah 14 inch) untuk 1 unit yaitu 7 hari. Sedangkan untuk pipa besar (diatas 14 inch) untuk 1 unit dapat dkerjakan selama 14 hari.

Contoh Perhitungan durasi pekerjaan HDD :

Volume = 62 m

Produktivitas = 47 m/hari

Durasi =  $\frac{62}{47}$  = 1,32 ~ 2 hari

**Tabel 4. 41** Rekapitulasi Biaya dan Waktu dengsn Metode Perlintasan

No	Metode	Durasi (Hari)
1	Perlintasan Pipa ND 24", L = 9 M - 1 Unit	15 hari
2	Perlintasan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit	7 hari
3	Perlintasan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit	7 hari
4	Perlintasan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit	7 hari
TOTAL		36 hari

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan SPAM Semarang Barat)

**Tabel 4. 42** Rekapitulasi Biaya dan Waktu dengsn Metode HDD

No	Metode	Durasi (Hari)
1	Perlintasan Pipa ND 24", L = 9 M - 1 Unit	2 hari
2	Perlintasan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit	2 hari
3	Perlintasan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit	2 hari
4	Perlintasan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit	2 hari
TOTAL		8 hari

(Sumber : Analisis Penulis)

**Tabel 4. 43** Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan dengan HDD

No	Metode	Durasi (Hari)
1	Perlintasan Pipa	36 hari
2	HDD	8 hari
Selisih		28 hari

(Sumber : Analisis Penulis)

Dari Tabel 4.43 diatas dapat diketahui bahwa pekerjaan dengan metode perlintasan pipa memiliki durasi yang lebih lama dibandingkan dengan metode HDD.

d) Gabungan seluruh Lokasi

Menggabungkan seluruh lokasi pekerjaan kemudian dibandingkan pekerjaan dengan metode sesuai rencana dengan metode alternatif pada Reservoir Manyaran 2. Pada RAB dengan metode sesuai dengan rencana item pekerjaan terdiri atas :

1. Pengadaan Pipa
2. Pemasangan Pipa
3. Pekerjaan Boring Dengan Boring Horizontal Manual
4. Pekerjaan Boring Dengan *Horizontal Directional Drilling*
5. Perlintasan Pipa ND 24", L = 9 M - 1 Unit
6. Perlintasan Pipa ND 12", L = 6 M - 1 Unit
7. Perlintasan Pipa ND 10", L = 8 M - 1 Unit
8. Perlintasan Pipa ND 8", L = 6 M - 1 Unit
9. DMA ND. 12" - 1 Unit
10. DMA ND. 10" - 3 Unit
11. DMA ND. 8" - 3 Unit
12. DMA ND. 6" - 5 Unit
13. Pengadaan dan Pemasangan *Accessories* (Termasuk Mur, Baut, Pengelasan, dan *Rubber Gasket*)
14. Pekerjaan Lain-Lain

Sedangkan pada RAB dengan metode alternatif item pekerjaan terdiri atas:

1. Pekerjaan Boring Dengan Boring Horizontal Manual
2. Pekerjaan Boring dengan *Horizontal Directional Drilling*
3. DMA ND. 12" - 1 Unit
4. DMA DN. 10" - 3 Unit
5. DMA ND. 8" - 3 Unit
6. DMA ND. 6" - 5 Unit
7. Pengadaan dan Pemasangan *Accessories* (Termasuk Mur, Baut, Pengelasan, dan *Rubber Gasket*)
8. Pekerjaan Lain-Lain

Bar chart waktu pelaksanaan seluruh gabungan seluruh lokasi pekerjaan sesuai eksisting yaitu sebagai berikut

**Tabel 4. 44.** Bar chart waktu pelaksanaan sesuai rencana awal

URAIAN PEKERJAAN	2021							2022												2023	
	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	
<b>PEKERJAAN KONSTRUKSI</b>																					
<b>A PEKERJAAN PERSIAPAN</b>																					
<b>B JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR DESEL</b>																					
<b>C JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 1</b>																					
<b>D JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 2</b>																					
I. PENGADAAN PIPA																					
II. PEMASANGAN PIPA																					
III. PEKERJAAN BORING																					
IV. PERLINTASAN PIPA ND 24", L = 9 M - 1 UNIT																					
V. PERLINTASAN PIPA ND 12", L = 6 M - 1 UNIT																					
VI. PERLINTASAN PIPA ND 10", L = 8 M - 1 UNIT																					
VII. PERLINTASAN PIPA ND 8", L = 6 M - 1 UNIT																					
VIII. DMA ND. 12" - 1 UNIT																					
IX. DMA DN. 10" - 3 UNIT																					
X. DMA ND. 8" - 3 UNIT																					
XI. DMA ND. 6" - 5 UNIT																					
XII. PENGADAAN DAN PEMASANGAN ACCESSORIES																					
XIII. PEMKERJAAN LAIN-LAIN																					
XIV. COMMISIONING TEST																					
<b>E JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR BAMBANKEREP</b>																					
<b>F SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI</b>																					

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan SPAM Semarang Barat)

Dapat diketahui pada Tabel 4.44 diatas bahwa bar chart waktu pelaksanaan pekerjaan jaringan perpipaan SPAM Semarang barat mempunyai durasi waktu 607 hari kerja yang dimulai pada 4 Juni 2021 dan berakhir pada 31 Januari 2023. Pada pekerjaan di reservoir Manyaran 2 mempunyai durasi waktu selama 306 hari yang dimulai pada 25 Maret 2022 dan selesai pada 31 Januari 2023.

Bar chart waktu pelaksanaan gabungan seluruh lokasi pekerjaan dengan metode alternatif sebagai berikut :

**Tabel 4. 45 Bar chart waktu pelaksanaan dengan metode alternatif**

NO.	URAIAN PEKERJAAN	2021							2022												2023	
		JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	
I	PEKERJAAN KONSTRUKSI																					
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	■	■																			
B	JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR DESEL																					
C	JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 1																					
D	JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR MANYARAN 2																					
	III. PEKERJAAN BORING																					
	VIII. DMA ND. 12" - 1 UNIT																					
	IX. DMA DN. 10" - 3 UNIT																					
	X. DMA ND. 8" - 3 UNIT																					
	XI. DMA ND. 6" - 5 UNIT																					
	XII. PENGADAAN DAN PEMASANGAN ACCESSORIES																					
	XIII. PEKERJAAN LAIN-LAIN																					
	XIV. COMMISIONING TEST																					
E	JARINGAN DISTRIBUSI DARI RESERVOIR BAMBANKEREP																					
F	SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

(Sumber : Analisis Penulis)

Dapat diketahui pada Tabel 4.44 diatas bahwa *bar chart* waktu pelaksanaan pekerjaan jaringan perpipaan SPAM Semarang barat yang semula mempunyai durasi waktu 607 hari kerja yang dimulai pada 4 Juni 2021 dan berakhir pada 31 Januari 2023, dengan menggunakan metode alternatif sehingga mengalami percepatan durasi waktu menjadi 576 hari, sehingga pekerjaan dapat selesai pada 31 Desember 2022. Pada pekerjaan di reservoir Manyaran 2 mempunyai durasi waktu selama 281 hari yang dimulai pada 25 Maret 2022 dan selesai pada 31 November 2022 dan mempunyai efektivitas waktu global selama 1 bulan.

## 5. Efisiensi Biaya Terhadap Efektivitas Waktu

Berdasarkan *bar chart* waktu pelaksanaan dengan metode alternatif terdapat efektivitas waktu pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat yang dimana dapat mengurangi biaya proyek dari biaya – biaya yang nilainya tidak tergantung pada lamanya waktu pelaksanaan proyek. Macam – macam biaya tersebut antara lain :

- a. Biaya pekerjaan yang waktunya dimulai dari awal hingga selesai mengikuti pekerjaan lainnya, seperti item pekerjaan sistem manajemen keselamatan konstruksi.
- b. Gaji/honor bulanan staf/karyawan
- c. Biaya operasional umum & kantor seperti biaya *entertain*/hiburan, 95social, air, dan listrik

Rincian biaya diatas untuk pelaksanaan Proyek SPAM Semarang Barat dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut

**Tabel 4. 46.** Daftar efisiensi biaya terhadap efektivitas waktu

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan
1.	Gaji Staf/karyawan	Rp 329.640.789.00
2.	Operasional umum & kantor	Rp 79.498.390.00
3.	Efisiensi biaya pekerjaan	(tergantung masing – masing pekerjaan)

(Sumber : Hasil Wawancara)

Berdasarkan Tabel 4.46. Daftar efisiensi biaya terhadap efektivitas waktu diatas maka dapat dihitung total efisiensi biaya terhadap efektivitas waktu.

### a. Gabungan Seluruh Lokasi

Durasi waktu eksisting = 87 minggu

Durasi waktu alternatif = 83 minggu

Percepatan/efektivitas waktu = Durasi waktu eksisting – alternatif

= 87 - 83 minggu

= 4 minggu

Bobot pekerjaan = 0,00447%/minggu

Bobot pekerjaan efektivitas = 0,00447%/minggu x 4 minggu

$$= 0,0179\%$$

Total bobot pekerjaan = 39 %

Harga pekerjaan = Rp 77.004.004.026

Efisiensi Biaya =  $\frac{\text{Bobot efektivitas}}{\text{Total bobot pekerjaan}} \times \text{Harga pekerjaan}$

$$= \frac{0,0179\%}{39\%} \times 77.004.004.026$$

$$= \text{Rp } 3.540.413.978,00$$

Sehingga total perhitunagn efisiensi biaya pada gabungan seluruh lokasi dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

**Tabel 4. 47** Efisiensi Biaya Terhadap Efektivitas Waktu Pada Gabungan Seluruh Lokasi

No	Uraian	Anggaran Biaya/bulan	Durasi			efektivitas waktu (bulan)	Jumlah
			eksisting (minggu)	alternatif (minggu)	efektivitas (minggu)		
1	2	3	4	5	6=5-4	7	8=7*3
1.	Gaji Staf/karyawan	Rp 329.640.789	87	83	4	1	Rp 329.640.789
2.	Operasional umum & kantor	Rp 79.498.390	87	83	4	1	Rp 79.498.390
3.	Efisiensi biaya pekerjaan						Rp 3.540.413.978
Total							<b>Rp 3.949.553.157</b>

(Sumber : Analisis Penulis)

Total efisiensi rencana anggaran biaya proyek metode pemasangan pipa pada alternatif II sebesar Rp 3.949.553.157,00

Setelah dihitung biaya efisiensi pada gabungan seluruh lokasi dengan menggunakan metode alternatif maka didapatkan rencana anggaran biaya hasil *re-engineering* . Rencana anggaran biaya hasil *Re-engineering* dihitung dengan cara biaya alternatif dikurangi dengan efisiensi biaya terhadap efektifitas waktu. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya hasil *Re-engineering* dapat dilihat sebagai berikut



**Tabel 4. 48** Perbandingan Renca Anggaran Biaya Eksisting dengan Metode Alternatif

No	Lokasi	Rencana Anggaran Biaya		Selisih	Persentase
		Awal	Alternatif		
1	Lokasi I	Rp 48.380.894.960	Rp 48.250.202.932	Rp 130.692.028	0,3%
2	Lokasi II	Rp 48.380.894.960	Rp 36.494.295.968	Rp 11.886.598.992	24,6%
3	Lokasi III	Rp 879.761.002	Rp 839.592.772	Rp 40.168.230	4,6%

(Sumber Analisis Penulis)

**Tabel 4. 49** Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Hasil *Re-engineering*

No	Uraian	Biaya	Effisiensi Biaya	Total	Selisih	Persentase
1	Eksisting	Rp200.390.719.889	-	Rp 200.390.719.889	Rp 6.338.278.507	3,2%
2	Gabuungan Seluruh Lokasi	Rp198.001.994.538	Rp 3.949.553.157	Rp 194.052.441.381		

(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan tabel diatas dapat di ketahui bahwa Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan setelah dilakukannya efisiensi biaya terhadap efektifitas waktu adalah Rp 194.052.441.381,00

6. Komparasi Biaya dan Waktu

a) Lokasi I, Jalan Raya, Nasional, dan Provinsi

Membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi Jalan Raya, Jalan Nasional dan Jalan Provinsi yang dilakukan dengan metode eksisting *open cut* dan alternatif HDD.

**Tabel 4. 50** Rekapitulasi Perbandingan *Open cut* dengan HDD

No	Metode	Biaya	Selisih	Persentase	Durasi	Selisih	Persentase
1	<i>Open cut</i>	Rp 48.380.894.960	Rp 30.692.028	0,3 %	306 hari	13 hari	4,2 %
2	HDD	Rp 48.250.202.932			293 hari		

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan SPAM Semarang Barat)

Berdasarkan Tabel 4.49 diatas dapat diketahui bahwa metode dengan rencana awal (eksisting) yaitu *open cut* mempunyai durasi yang lebih lama dan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan metode alternatif yaitu dengan menggunakan HDD.

b) Lokasi II, Jalan Perkampungan

Membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi Jalan Perkampungan yang dilakukan dengan metode eksisting *open cut* dan alternatif boring horizontal manual.

**Tabel 4. 51** Rekapitulasi Perbandingan *Open cut* dengan Boring Horizontal Manual

No	Metode	Biaya	Selisih	Persen-tase	Durasi	Selisih	Persen-tase
1	<i>Open cut</i>	Rp 48.380.894.960	Rp 11.886.598.992	24,6 %	306 hari	19 hari	6,2 %
2	Boring Horizontal Manual	Rp 36.494.295.968			287 hari		

(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan Tabel 4.51 diatas dapat diketahui bahwa metode dengan rencana awal (eksisting) yaitu *open cut* mempunyai durasi yang lebih lama dan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan metode alternatif yaitu dengan menggunakan boring horizontal manual.

c) Lokasi III, *Crossing* Sungai

Membandingkan biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan di lokasi *crossing* sungai yang dilakukan dengan metode eksisting perlintasan pipa dan alternatif HDD.

**Tabel 4. 52** Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan Pipa dengan HDD

No	Metode	Biaya	Selisih	Persen-tase	Durasi	Selisih	Persen-tase
1	Perlintasan Pipa	Rp 879.761.002	Rp 40.168.230	4,6 %	36 hari	28 hari	78 %
2	HDD	Rp 839.592.772			8 hari		

(Sumber : Analisis Penulis)

Berdasarkan Tabel 4.52 diatas dapat diketahui bahwa metode dengan rencana awal (eksisting) yaitu perlintasan pipa mempunya durasi yang lebih lama dan biaya yang lebih mahal dibandingkan dengan metode alternatif yaitu dengan menggunakan HDD.

d) Gabungan Seluruh Lokasi

Menggabungkan seluruh lokasi dan membandingkan metode kerja sesuai eksisting dengan metode alternatif.

**Tabel 4. 53.** Rekapitulasi Perbandingan Perlintasan Pipa dengan HDD

No	Metode	Biaya	Selisih	Persen-Tase	Durasi	Selisih	Persen-tase
1	Gabungan Eksisting	Rp 200.306.479.889	Rp 6.338.278.507	3,2 %	607 hari	31 hari	5,1 %
2	Gabungan Alternatif	Rp 194.052.441.381			576 hari		

(Sumber : Analisis Penulis)

Setelah seluruh lokasi digabungkan menggunakan metode alternatif maka didapatkan hasil secara keseluruhan Rencana Anggaran Biaya sesuai dengan eksisting mempunyai biaya yang lebih mahal dan durasi waktu yg lebih lama dibandingkan dengan menggunakan metode alternatif yaitu boring horizontal manual dan HDD. Untuk *Time Schedule* Kurva-s seluruh pekerjaan menggunakan metode alternatif adalah sebagai berikut :



Pada gabungan seluruh lokasi dapat diketahui biaya yang dibutuhkan untuk seluruh pekerjaan di Reservoir Manyaran 2 dengan menggunakan metode alternatif dengan rincian :

- a. Lokasi Jalan Raya, Jalan Nasional dan Jalan Provinsi menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling*
  - b. Lokasi Jalan Perkampungan menggunakan metode Boring Horizontal Manual
  - c. Lokasi *Crossing* Sungai menggunakan *Horizontal Directional Drilling*
- Maka didapatkan biaya yang dibutuhkan menjadi lebih kecil dari rencana dan durasi yang dibutuhkan menjadi lebih singkat.



#### 4.2.4 Tahap Rekomendasi

Pada tahap analisis, diketahui bahwa biaya dan waktu yang dibutuhkan pada masing – masing metode dari seluruh lokasi sangat bervariasi. Terdapat metode yang menjadi lebih hemat namun durasi yang lebih lama atau sebaliknya. Maka dengan hal tersebut dapat direkomendasikan agar dapat mencapai biaya yang lebih hemat dan durasi yang singkat pada masing – masing lokasi yaitu sebagai berikut :

1. Lokasi Jalan Raya, Jalan Nasional dan Jalan Provinsi

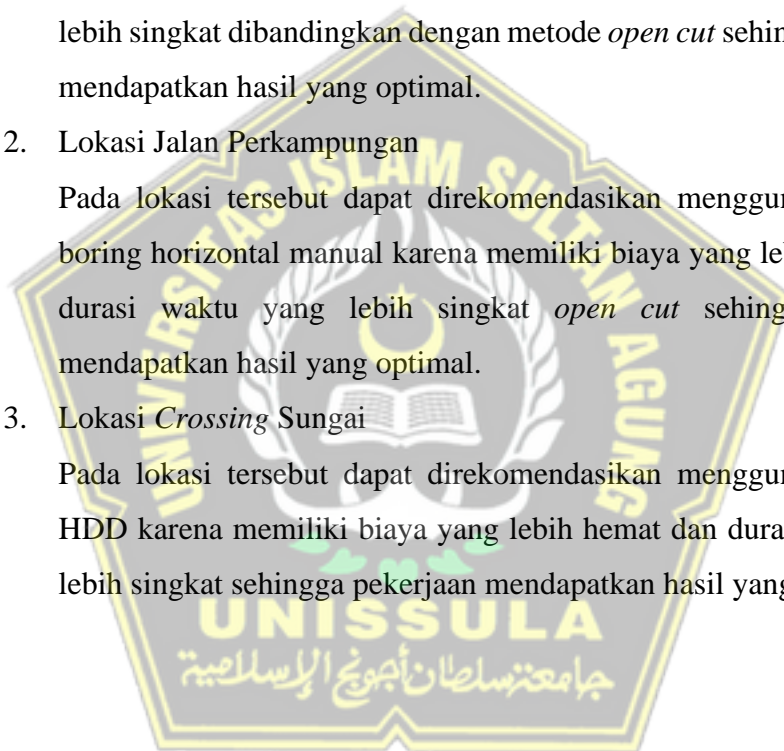
Pada lokasi tersebut dapat direkomendasikan menggunakan metode HDD karena memiliki biaya yang lebih hemat dan durasi waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode *open cut* sehingga pekerjaan mendapatkan hasil yang optimal.

2. Lokasi Jalan Perkampungan

Pada lokasi tersebut dapat direkomendasikan menggunakan metode boring horizontal manual karena memiliki biaya yang lebih hemat dan durasi waktu yang lebih singkat *open cut* sehingga pekerjaan mendapatkan hasil yang optimal.

3. Lokasi *Crossing* Sungai

Pada lokasi tersebut dapat direkomendasikan menggunakan metode HDD karena memiliki biaya yang lebih hemat dan durasi waktu yang lebih singkat sehingga pekerjaan mendapatkan hasil yang optimal.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian *Re-engineering* yang dilakukan pada Proyek Pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penerapan *Re-engineering* pada proyek pekerjaan Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat dapat dilakukan salah satunya dengan mengganti metode kerja pada pemasangan pipa. Pada penelitian ini peneliti menggunakan tiga alternatif, yaitu Jalan Raya menggunakan metode HDD, Jalan Perkampungan menggunakan metode boring horizontal manual dan *Crossing* Sungai menggunakan metode HDD.
2. Desain dengan waktu yang efektif dan biaya yang efisien agar dapat diterapkan pada proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat yaitu metode dengan *Horizontal Directional Drilling* dan Boring Horizontal Manual.
3. Biaya pekerjaan pemasangan jaringan perpipaan SPAM Semarang Barat memiliki biaya yang lebih besar dan durasi waktu lebih lama dibandingkan dengan biaya dengan metode alternatif gabungan yang memiliki biaya yang lebih sedikit dan durasi waktu yang lebih singkat. Sehingga mengalami efisiensi biaya selisih Rp 6.338.278.507,00 dengan persentase 3,2 % dan efektifitas waktu selisih 31 hari dengan persentase 5,1 %.
4. Rekomendasi yang didapat pada *Re-engineering* dengan manfaat bersih setinggi-tingginya dalam pemasangan jaringan perpipaan reservoir Manyaran 2 adalah menggunakan metode HDD pada lokasi Jalan Raya, Jalan Nasional dan Jalan Provinsi), metode boring horizontal manual untuk lokasi perkampungan, dan menggunakan metode HDD pada lokasi perlintasan sungai.

## 5.2. Saran

Setelah mealakukan studi *Re-engineering* pada proyek pekerjaan Pemasangan Jaringan Perpipaan SPAM Semarang Barat khususnya pada Reservoir Manyaran 2, perlu dilakukan kajian perhitungan lainnya di Jaringan Distribusi Reservoir Desel, Jaringan Distribusi Reservoir Manyaran 1, dan Jaringan Distribusi Reservoir Bambankerep sehingga mendapatkan efisiensi biaya dan ekeftifitas waktu yang lebih optimal.





## DAFTAR PUSTAKA

- Cipta Karya Jakarta. (2007). *Petunjuk Teknis Subbidang Air Bersih*. Jakarta.
- Farhan, M.A. (2018). *Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Utama (JDU) Untuk Pengembangan SPAM Regional DI Kabupaten Serang, Kota Serang, Dan Kota Cilegon*. Jakarta: Perpustakaan Nasional.
- Fauzan, Ahmad. (2011). *Pipeline Risk Assessment Pipa 20 Jalur Bawah Tanah Tanjung Balikpapan*. Jakarta: Titis Sampurna.
- Fauziah, S., Nurjihad, F., Suwarto, F. (2019). *Studi Perbandingan Alternatif Peninggian Elevasi Jalan Dengan Penggunaan Bangunan Proteksi Pipa Terhadap Biaya, Mutu, dan Waktu*. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, Volume 2, Nomor 2, 7-13.
- Hamdan Dimiyati, Nurjaman Kadar. (2004). *Manajemen Proyek*. Bandung: CV Pustaka Setia.
- Kentucky Operator Certification program. (2013). *Distribution Operation Certification Manual*. Kentucky Department of Environmental Protection. Frankfort, KY.
- Larry, W Mays. (2004). *Water Distribution System Handbook*. New York: McGraw Hill.
- Latif, M.F. & Tofa, M. (2020). *Reengineering Business Process pada Proyek Gedung Penyakit Dalam Kelas III RSUD Sunan Kalijaga Demak Jawa Tengah*. Undergraduate thesis, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Lewis A. Rossman, (2000). *Panduan Penggunaan Program EPANet 2. National Risk Management Research Laboratory Office Of Research And Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, US*.
- M, Anis & H, Al-Layla. (1977). *Water Supply Engineering Design*. Mich :Ann Arbor Science.
- Mj, Hammer. & Hj, Hammer. (2004). *Water and Wastewater Technology*.
- Pratama, M. A. (2020). *Analisa Value Engineering Pada Struktur Bawah Jembatan Joyoboyo-Wonokromo Kota Surabaya*. Mojokerto: Universitas Islam Majapahit.

- Politeknik Negeri Lampung. (2013). *Pengelolaan Air Bersih*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Rachmat, dkk. (2011). *Kajian Identifikasi Infrastruktur Jaringan Pipa Migas Bawah Laut Di Perairan Sebelah Utara Provinsi Banten*. Jurnal Geologi Kelautan Volume 9, No.2.
- Rezagama, Arya. (2016). *Jaringan Pemipaan Air Minum: Konsep, Teori, Aplikasi*. Yogyakarta: Teknosain.
- Romaita & Ainayyah, R.A. (2022). *Penerapan Value Engineering Pda Proyek Jembatan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Progo-Kranggan, Cs)*. Semarang: Universitas Sultan Agung Semarang.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Sulardi. (2018). *Pelindung Pipa Gas Bawah Tanah Jalan dengan Metode U-Ducting Reinforced Concrete*. Jurnal Sains Terapan Vol. 4 No. 1.
- Velthuzend, A., dkk. (2018). *Redesain Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Pedesaan Di Desa Wiyono Kabupaten Pesawaran*. Lampung.

