

TESIS

**ANALISIS KONSEP RE-ENGINEERING PADA
PROYEK PENYALURAN GAS UNTUK
MENINGKATKAN EFISIENSI PELAKSANAAN
PROYEK**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

ELANG KUNCORO JATI

NIM : 20202100063

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**ANALISIS KONSEP RE-ENGINEERING PADA PROYEK
PENYALURAN GAS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI
PELAKSANAAN PROYEK**

**(Studi Kasus Proyek Penyaluran Gas Pelanggan oleh PT PGAS
Solution di Kota Semarang)**

Disusun oleh :

**ELANG KUNCORO JATI
NIM : 20202100063**

Telah disetujui oleh :

Tanggal,

Pembimbing I,

Tanggal,

Pembimbing II,

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
NIK. 210291015

Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si
NIK. 210288011

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS KONSEP RE-ENGINEERING PADA PROYEK PENYALURAN GAS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PELAKSANAAN PROYEK (Studi Kasus Proyek Penyaluran Gas Pelanggan oleh PT PGAS Solution di Kota Semarang)

Disusun oleh :

ELANG KUNCORO JATI

NIM : 20202100063

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :
23 Januari 2026

Tim Penguji:

1. Ketua

Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

2. Anggota

Ir. Prabowo Setryawan, MT., Ph.D

3. Anggota

Dr. Ir. Sumirin, MS

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 23 Januari 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Abdul Rochim, ST., MT

NIK. 210200031

MOTTO

“Membangun Generasi Khaira Ummah”

(Motto Unissula)

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ
وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمُ الْمُؤْمِنُونَ
وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

“Kamu (Umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Diantara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

(Qs. Al-Imran: 110)

الَّذِينَ قَالَ لَهُمُ النَّاسُ إِنَّ النَّاسَ قَدْ جَمَعُوا لَكُمْ فَاخْشَوْهُمْ فَزَادَهُمْ إِيمَانًا
وَقَالُوا حَسْبُنَا اللَّهُ وَنِعْمَ الْوَكِيلُ

“(Yaitu) mereka yang (ketika ada) orang-orang mengatakan kepadanya, “Sesungguhnya orang-orang (Quraisy) telah mengumpulkan (pasukan) untuk (menyerang) kamu, oleh karena itu, takutlah kepada mereka”, ternyata (ucapan) itu menambah kuat (iman) mereka dan mereka menjawab, “Cukuplah Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia sebaik-baiknya pelindung.”

(Qs. Al-Imran: 173)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tesis ini dengan baik. Setiap proses yang dilalui dalam penyusunan tesis ini merupakan bagian dari perjalanan pembelajaran, perjuangan, serta pendewasaan diri. Karya ini penulis persembahkan dengan penuh rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. kedua orang tua tercinta, Bapak Drs. H. Kasnawi, M.Ag. dan Ibu Untarti, Amd. yang senantiasa memberikan doa, dukungan, pengorbanan, serta kasih sayang yang tidak pernah terputus. Segala pencapaian ini tidak terlepas dari ketulusan dan kesabaran yang telah diberikan dalam setiap langkah kehidupan penulis.
2. Kepada keluarga tercinta, yang selalu menjadi sumber motivasi dan kekuatan, terima kasih atas dukungan moral, perhatian, serta semangat yang terus diberikan selama proses penyelesaian studi ini.
3. Kepada para sahabat dan rekan seperjuangan, terima kasih atas kebersamaan, diskusi, dukungan, dan semangat yang membuat setiap tantangan terasa lebih ringan untuk dihadapi.
4. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh pihak profesional yang telah memberikan kesempatan, pengalaman, wawasan, dan dukungan selama proses penelitian berlangsung, sehingga tesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Terakhir, untuk diri sendiri, terima kasih telah bertahan, tetap berkomitmen, dan tidak menyerah dalam setiap proses yang dijalani. Semoga pencapaian ini menjadi langkah awal untuk kontribusi yang lebih besar di masa mendatang

ANALISIS KONSEP RE-ENGINEERING PADA PROYEK PENYALURAN GAS UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PELAKSANAAN PROYEK
(Studi Kasus Proyek Penyaluran Gas Pelanggan oleh PT PGAS Solution di Kota Semarang)

ABSTRAK

Proyek penyaluran gas ke pelanggan merupakan bagian dari infrastruktur energi yang menuntut efisiensi tinggi dari sisi waktu, biaya, dan mutu pelaksanaan. Namun dalam praktiknya, beberapa item pekerjaan utama masih menggunakan metode konvensional yang berpotensi menimbulkan pemborosan sumber daya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan konsep *re-engineering* pada metode pelaksanaan proyek penyaluran gas guna meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek.

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methods*) dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Analisis difokuskan pada dua item pekerjaan utama, yaitu pekerjaan galian tanah dan pemasangan pipa polyethylene (PE). Metode eksisting berupa galian terbuka (*open cut*) dibandingkan dengan metode alternatif hasil *re-engineering*, yaitu kombinasi *open cut* dengan boring horizontal manual serta *open cut* dengan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD). Data kuantitatif diperoleh dari analisis rencana anggaran biaya (RAB), kurva-S, durasi pekerjaan, serta produktivitas kerja, sedangkan data kualitatif diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dan studi dokumen proyek.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan konsep *re-engineering* pada metode pelaksanaan pekerjaan mampu meningkatkan efisiensi waktu dan biaya proyek secara signifikan. Metode alternatif dengan boring horizontal manual dan HDD terbukti lebih efektif pada kondisi tertentu dibandingkan metode eksisting, terutama dalam mengurangi durasi pekerjaan dan biaya tidak langsung proyek. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi PT PGAS Solution dan pelaku konstruksi lainnya dalam pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan penyaluran gas yang lebih efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

Kata kunci: *re-engineering*, metode pelaksanaan, proyek penyaluran gas, efisiensi waktu, efisiensi biaya.

**ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE RE-ENGINEERING
CONCEPT IN GAS DISTRIBUTION PROJECTS TO IMPROVE
PROJECT IMPLEMENTATION EFFICIENCY**

*(A Case Study of Customer Gas Distribution Projects by PT PGAS Solution in
Semarang City)*

ABSTRACT

Gas distribution projects are part of energy infrastructure that require high efficiency in terms of time, cost, and quality of implementation. However, in practice, several main work items are still carried out using conventional methods that potentially lead to resource inefficiencies. This study aims to analyze the application of the *re-engineering* concept in the implementation methods of gas distribution projects to improve overall project efficiency.

This research employs a mixed-methods approach, combining quantitative and qualitative analyses. The analysis focuses on two main work items, namely excavation works and polyethylene (PE) pipe installation. The existing method, open cut excavation, is compared with alternative methods resulting from the re-engineering process, namely the combination of open cut with manual horizontal boring and open cut with the *Horizontal Directional Drilling* (HDD) method. Quantitative data were obtained from the analysis of the cost budget plan, S-curve schedule, work duration, and labor productivity, while qualitative data were collected through field observations, interviews, and project document reviews.

The results indicate that the application of the re-engineering concept to construction methods significantly improves project time and cost efficiency. Alternative methods using manual horizontal boring and HDD are proven to be more effective under certain conditions compared to the existing method, particularly in reducing work duration and indirect project costs. This study is expected to serve as a reference for PT PGAS Solution and other construction practitioners in selecting more efficient, economical, and sustainable gas distribution project implementation methods.

Keywords: *re-engineering*, construction method, gas distribution project, time efficiency, cost efficiency.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ELANG KUNCORO JATI
NIM : 20202100063

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**ANALISIS KONSEP RE-ENGINEERING PADA PROYEK PENYALURAN GAS
UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PELAKSANAAN PROYEK
(Studi Kasus Proyek Penyaluran Gas Pelanggan oleh PT PGAS Solution di Kota
Semarang)**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 23 Januari 2026



ELANG KUNCORO JATI

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan teladan kepada umat untuk selalu bersabar, ikhlas, dan berdoa dalam setiap ikhtiar. Tesis yang memiliki judul “**Analisis Penerapan Konsep Re-Engineering pada Proyek Penyaluran Gas untuk Meningkatkan Efisiensi Pelaksanaan Proyek**” Tesis ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penyusunan tesis ini dilatarbelakangi oleh pentingnya upaya peningkatan efisiensi dalam pelaksanaan proyek konstruksi, khususnya pada proyek instalasi jaringan pipa gas, yang memiliki karakteristik teknis dan operasional tersendiri. Melalui penelitian ini, penulis berupaya untuk memberikan gambaran, analisis, dan alternatif solusi melalui penerapan metode re-engineering pada beberapa item pekerjaan, sehingga diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak terkait dalam pengambilan keputusan di masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta bantuan selama proses penyusunan tesis ini, khususnya kepada:

1. Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, M.M., M.T selaku pembimbing I yang selama ini telah membimbing dan memberikan kepercayaan kepada penulis dalam penyusunan tesis ini.
2. Dr. Ir. Soedarsono, M.Si selaku Pembimbing II atas bimbingan dan arahnya dalam penyusunan tesis ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen di lingkungan Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, atas ilmu, bimbingan, dan wawasan yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, atas doa, motivasi, serta dukungan moral dan materiil yang senantiasa diberikan kepada penulis.

5. Tenaga administrasi di lingkungan Pascasarjana Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah membantu dalam proses pembuatan tesis ini.
6. Rekan-rekan kantor Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang khususnya Bidang Pendayagunaan Infrastruktur yang telah memberi dukungan, bertukar ide gagasan selama menyusun tesis ini.
7. Pimpinan dan segenap jajaran manajemen PT PGAS Solution yang telah memberikan izin, kesempatan, serta fasilitas dalam pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini.
8. Rekan-rekan mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang Angkatan 2021, atas kebersamaan, dukungan, dan motivasi yang diberikan selama proses penyusunan tesis ini.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tanpa mengurangi rasa hormat dan terima kasih atas segala dukungan serta kontribusi yang telah diberikan dalam penyempurnaan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang manajemen dan rekayasa proyek konstruksi.

Semarang, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Halaman Motto	iii
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Perumusan Masalah.....	14
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	15
1.4 Batasan Masalah.....	15
1.5 Sistematika Penulisan.....	16
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	17
2.1 Proyek Konstruksi	17
2.2 Re-Engineering dalam Proyek Konstruksi	18
2.3 Sistem Jaringan Pipa Gas	18
2.4 Jaringan Pipa Gas Rumah Sakit	20
2.1 Material Pipa Gas	21
2.1 Metode Pekerjaan Pipa	25
2.5 Landasan Teori	29
2.4 Penelitian Terdahulu.....	35
BAB III	41
METODE PENELITIAN.....	41
3.1 Metode Penelitian.....	41

3.2 Objek Penelitian	41
Lokasi Penelitian	41
3.1 Tahapan Penelitian	42
3.2 Metode Pengumpulan Data	44
3.3 Metode Pengolahan Data.....	46
3.4 Metode Analisa Data	47
3.1 Bagan Alur	52
3.1 Jadwal Penelitian.....	53
BAB IV	54
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Data Proyek	54
4.2 Analisis Re-Engineering.....	59
BAB V	85
KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87

DAFTAR TABEL

Table 2.1 penelitian terdahulu yang relevan35
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Galian Tanah Manual.....	26
Gambar 2. 2 Galian Tanah Mekanis	29
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	41



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri konstruksi, termasuk sektor energi dan utilitas, merupakan sektor strategis yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Salah satu bentuk proyek infrastruktur yang krusial adalah proyek penyaluran gas kepada pelanggan industri maupun rumah tangga. Proyek ini memerlukan pengelolaan yang efektif, mencakup ketepatan teknis dan efisiensi manajerial. Menurut Hadikusumo & Tobgay (2005), salah satu tantangan utama dalam proyek konstruksi di Indonesia adalah rendahnya efisiensi dalam pelaksanaan akibat lemahnya pengendalian terhadap waktu, biaya, dan mutu.

Dalam konteks proyek konstruksi, re-engineering dapat diterapkan untuk menganalisis proses eksisting, mengidentifikasi aktivitas non-value added, dan merancang ulang proses kerja agar lebih efisien dan adaptif. Penelitian oleh Rezgui et al. (2010) menekankan bahwa penerapan re-engineering dalam proyek konstruksi dapat menurunkan waktu pelaksanaan proyek hingga 15–20% melalui integrasi sistem kerja berbasis proses dan teknologi informasi. Oleh karena itu, penerapan konsep ini pada proyek penyaluran gas oleh PT PGAS Solution menjadi penting untuk dieksplorasi lebih lanjut.

Proyek penyaluran gas ke pelanggan merupakan bagian dari infrastruktur energi yang membutuhkan efisiensi tinggi dalam pelaksanaannya. Dua item pekerjaan utama yang menjadi penentu keberhasilan proyek adalah pekerjaan galian tanah dan pemasangan pipa polyethylene (PE). Dalam praktiknya, kedua pekerjaan tersebut masih banyak dilakukan secara manual. Hal ini menimbulkan berbagai kendala seperti keterlambatan waktu pelaksanaan, pembengkakan biaya, dan rendahnya produktivitas tenaga kerja.

Selain itu, minimnya standarisasi prosedur kerja (SOP) di lapangan sering kali menyebabkan variasi pelaksanaan antar tim kerja, yang

berdampak pada ketidakefisienan dan inkonsistensi kualitas sambungan (Sambasivan & Soon, 2007). Pemanfaatan alat modern seperti fusion machine atau Hydraulic Drilling Directional (HDD) juga masih terbatas, sehingga produktivitas penyambungan pipa tidak optimal dan mengakibatkan keterlambatan hingga 15–20% pada segmen tertentu (Al-Kharashi & Skitmore, 2009). Faktor lain yang turut memengaruhi adalah metode penempatan dan pelurusan pipa yang kurang efektif, yang dapat memicu kesalahan teknis, pekerjaan bongkar ulang, serta pemborosan waktu (Hwang et al., 2017).

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi proses eksisting pada proyek tersebut, kemudian merancang ulang proses menggunakan pendekatan re-engineering, serta mengukur dampaknya terhadap efisiensi waktu, biaya, dan mutu. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam pengembangan strategi manajemen proyek konstruksi, khususnya pada proyek sektor energi. Seperti disampaikan oleh Ogunlana et al. (1996), perbaikan proses kerja melalui pendekatan sistemik dan inovatif merupakan kunci utama untuk meningkatkan kinerja proyek infrastruktur di negara berkembang.

1.2 Perumusan Masalah

Mengacu pada uraian latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, penelitian ini merumuskan beberapa permasalahan utama sebagai berikut :

1. Bagaimana analisa terhadap waktu dan biaya pada masing-masing metode pekerjaan yang digunakan pada pekerjaan pipa penyaluran gas?
2. Bagaimana dapat terjadi efisiensi biaya dan efektifitas waktu dari penerapan *Re-engineering* pada pekerjaan pipa penyaluran gas?
3. Bagaimana alternatif metode kerja yang efektif dan efisien pada pekerjaan penyaluran pipa gas?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Menganalisis waktu dan biaya pada masing-masing metode pekerjaan yang digunakan pada pekerjaan pipa penyaluran gas.
- b. Menganalisis biaya dan waktu yang efektif dan efisien pada pekerjaan pipa penyaluran gas.
- c. Menganalisis metode kerja yang efektif dan efisien pada pekerjaan pipa penyaluran gas.

Maka dari itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa kajian mendalam yang bermanfaat bagi pengembangan metode pelaksanaan pekerjaan pipa gas, sekaligus sebagai bahan pertimbangan bagi para praktisi dan peneliti dalam meningkatkan kualitas dan kinerja proyek perpipaan gas secara menyeluruh.

2. Manfaat Penelitian :

a. Secara Akademis

Sebagai kontribusi keilmuan dalam penerapan konsep re-engineering pada metode pelaksanaan proyek infrastruktur energi, khususnya distribusi gas.

b. Secara Praktis

Memberikan rekomendasi metode pelaksanaan yang lebih efisien, ekonomis, dan efektif bagi PT PGAS Solution dan kontraktor pelaksana proyek serupa, untuk meningkatkan produktivitas dan menekan biaya.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan kedalaman analisis, penelitian ini dibatasi pada:

1. Studi kasus proyek penyaluran gas ke pelanggan PT PGN (Persero) Tbk yang dilaksanakan oleh PT PGAS Solution.
2. Penelitian ini berfokus pada metode, rencana anggaran biaya dan kurva-

S yang digunakan untuk.

3. Mengkaji ulang metode pekerjaan yang digunakan pada pekerjaan pipa proyek penyaluran gas ke pelanggan PT PGN (Persero) Tbk berdasarkan aspek efektifitas dan efisiensi.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk menjaga fokus pembahasan serta mempermudah alur penyusunan penelitian, penulis menyusun sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas Latar Belakang, Perumusan Masalah, Batasan Masalah, Keaslian Penelitian, Tujuan dan Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memuat teori-teori yang relevan, penelitian terdahulu, dan kerangka berpikir yang menjadi landasan dalam penelitian.

3. BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan pendekatan penelitian, teknik pengumpulan data, lokasi dan objek penelitian, serta metode analisis data.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil pengumpulan data, analisis perbandingan, dan pembahasan metode re-engineering terhadap dua item pekerjaan.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi rangkuman hasil penelitian dan rekomendasi implementasi metode usulan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Menurut Lubis (2009), proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang memiliki tujuan tertentu, batas waktu, biaya, dan sumber daya yang dibutuhkan, yang dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan suatu produk konstruksi berupa bangunan, infrastruktur, atau fasilitas tertentu. Proyek konstruksi memiliki karakteristik khusus, di antaranya bersifat unik, berskala besar, melibatkan banyak pihak, serta dipengaruhi oleh faktor waktu, biaya, mutu, dan keselamatan kerja.

Sementara itu, menurut Yamin dan Harmonis (2009), proyek konstruksi merupakan suatu usaha yang bersifat sementara untuk menciptakan suatu produk atau jasa dengan spesifikasi tertentu, yang waktu pelaksanaannya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan kriteria mutu yang telah ditetapkan. Setiap proyek konstruksi memiliki tahap-tahap pelaksanaan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, hingga penyelesaian proyek.

Menurut Rizani dan Sudiadi (2015), pelaksanaan suatu proyek dipengaruhi oleh tiga jenis kendala utama yang menjadi batasan dalam pencapaian tujuan proyek:

a. **Anggaran**

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan, anggaran biaya telah ditetapkan sebagai batas pengendalian agar realisasi pengeluaran tidak melampaui rencana yang telah disusun.

b. **Jadwal Pelaksanaan**

Suatu proyek pembangunan harus dilaksanakan sesuai dengan jadwal dan batas waktu penyelesaian yang telah ditetapkan. Meskipun terjadi perubahan atau penambahan pada hasil akhir pekerjaan, penyelesaian proyek tetap harus mengacu pada tenggat waktu yang telah disepakati.

c. Mutu

Produk atau hasil pekerjaan yang digunakan dalam proyek harus memenuhi kriteria teknis serta spesifikasi yang telah ditetapkan dalam dokumen perencanaan.

Dalam proyek konstruksi, keberhasilan pelaksanaan sangat dipengaruhi oleh pengelolaan sumber daya yang efektif dan efisien, serta kemampuan dalam menyelesaikan pekerjaan sesuai waktu, biaya, dan mutu yang telah disepakati. Oleh karena itu, diperlukan penerapan metode yang tepat dalam pelaksanaan pekerjaan, salah satunya melalui penerapan konsep re-engineering untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek.

2.2 Re-Engineering dalam Proyek Konstruksi

Re-engineering merupakan pendekatan sistematis untuk merancang ulang proses kerja agar lebih efektif dan efisien. Dalam konteks proyek konstruksi, re-engineering dapat dilakukan dengan mengevaluasi metode pelaksanaan pekerjaan, pemilihan alat, dan teknologi, untuk meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya.

Menurut Hammer dan Champy (1993), re-engineering adalah *“the fundamental rethinking and radical redesign of business processes to achieve dramatic improvements in critical measures of performance.”* Dalam proyek infrastruktur, re-engineering dapat diterapkan pada metode pelaksanaan pekerjaan utama untuk mengejar target waktu dan mutu yang lebih baik.

2.3 Sistem Jaringan Pipa Gas

Sistem pipa gas adalah suatu jaringan infrastruktur yang dirancang untuk menyalurkan gas dari titik produksi atau sumber suplai ke titik konsumsi melalui jalur yang aman, efisien, dan berkesinambungan. Menurut Mohitpour, Golshan, & Murray (2003), sistem perpipaan gas harus memenuhi prinsip dasar keselamatan (safety), keandalan (reliability), serta efisiensi (efficiency), karena gas merupakan fluida yang bersifat mudah

terbakar dan bertekanan tinggi. Ketiga prinsip ini diwujudkan melalui pemilihan material pipa yang sesuai, pengendalian tekanan operasi, penerapan standar desain internasional, serta pengujian ketat sebelum sistem dioperasikan.

Fungsi utama pipa gas adalah sebagai sarana transportasi energi dalam jumlah besar dan jarak jauh. Berbeda dengan transportasi gas melalui moda lain (misalnya tabung atau tangki LNG), pipa gas memiliki kapasitas distribusi yang jauh lebih besar dan konsisten. Zhang, Wang, & Liu (2016) menegaskan bahwa pipa gas merupakan “tulang punggung” sistem distribusi energi modern karena mampu mendukung kebutuhan energi rumah tangga, industri, hingga pembangkit listrik secara berkesinambungan. Dengan kata lain, keberadaan pipa gas secara langsung berkorelasi dengan ketahanan energi nasional dan stabilitas pasokan energi.

Selain sebagai media distribusi, sistem pipa gas juga memiliki fungsi strategis dalam efisiensi biaya energi. Menurut Palmer & King (2008), biaya transportasi gas melalui jaringan pipa dapat ditekan hingga sepersepuluh dibanding transportasi berbasis darat (truk atau kereta), khususnya dalam skala volume besar. Hal ini menjadikan pipa gas pilihan utama untuk mendukung sektor industri manufaktur dan komersial.

Dari sisi konstruksi dan operasional, fungsi pipa gas tidak hanya sekadar mengalirkan fluida, tetapi juga sebagai sistem terintegrasi yang melibatkan fasilitas tambahan, seperti *compressor station*, *metering station*, *valve station*, dan *city gate station*. Setiap fasilitas tersebut memiliki fungsi spesifik, misalnya untuk mempertahankan tekanan, mengukur debit, serta menjamin keselamatan distribusi. American Petroleum Institute (API, 2012) menekankan bahwa keberhasilan fungsi pipa gas tidak dapat dipisahkan dari keberadaan fasilitas pendukung yang memadai sesuai standar internasional.

Lebih lanjut, fungsi sistem pipa gas juga dapat dilihat dari dampak sosial dan lingkungan. Penelitian Rahimi et al. (2024) menunjukkan bahwa kualitas perencanaan dan konstruksi jaringan pipa gas berpengaruh terhadap tingkat risiko kecelakaan dan dampak lingkungan di kawasan urban.

Jaringan pipa yang direncanakan dengan baik mampu menekan potensi kebocoran, mencegah kontaminasi tanah, serta mengurangi polusi udara akibat distribusi energi berbasis kendaraan pengangkut bahan bakar fosil.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengertian dan fungsi sistem pipa gas mencakup tidak hanya aspek teknis distribusi energi, tetapi juga aspek strategis dalam mendukung efisiensi biaya, ketahanan energi, keselamatan lingkungan, dan kesejahteraan masyarakat. Literatur terdahulu menegaskan bahwa keberhasilan fungsi sistem perpipaan gas selalu ditentukan oleh kombinasi faktor teknis, manajerial, dan regulasi yang berlaku.

2.4 Jaringan Pipa Gas Rumah Sakit

Gas alam merupakan salah satu sumber energi utama pada sektor rumah sakit, digunakan untuk memenuhi kebutuhan boiler, sterilisasi peralatan, sistem pemanas, dapur, laundry, hingga sebagai sumber energi cadangan untuk generator. Efisiensi dan keberlanjutan pemanfaatan energi di rumah sakit sangat bergantung pada desain, instalasi, dan pengelolaan sistem jaringan pipa gas alam yang andal dan aman.

Menurut International Gas Union (IGU, 2019), pemanfaatan gas alam di sektor pelayanan publik, termasuk rumah sakit, mengalami peningkatan signifikan karena sifatnya yang lebih bersih, ekonomis, dan efisien dibanding bahan bakar cair atau padat. Dengan demikian, pekerjaan pipa gas alam di rumah sakit memerlukan standar teknis yang ketat untuk menjamin keselamatan pasien, keandalan operasional, dan efisiensi energi.

2.1.1 Fungsi Gas Alam di Rumah Sakit

Sistem pipa gas alam di rumah sakit berfungsi sebagai jaringan distribusi energi yang terintegrasi. Fungsi utamanya mencakup:

- Pasokan Energi Panas digunakan untuk boiler dan sterilisasi peralatan medis.
- Dapur Rumah Sakit digunakan sebagai bahan bakar yang bersih dan efisien untuk memasak skala besar.

- Laundry & Sterilisasi digunakan mendukung mesin laundry industri dan autoclave.
- Generator Listrik (genset gas) digunakan sebagai sumber daya cadangan (backup power supply).

2.1.2 Standar dan Regulasi

Desain dan instalasi pipa gas alam di rumah sakit mengacu pada:

- **ASME B31.8** mencakup Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
- **NFPA 54** mencakup National Fuel Gas Code, standar keselamatan untuk instalasi gas alam di fasilitas umum.
- **SNI 13-6910-2002** (Indonesia) mencakup tentang instalasi pemipaan gas bumi.

Menurut NFPA 54 (2021), sistem distribusi gas di fasilitas kesehatan wajib dirancang dengan proteksi kebocoran, sistem shut-off otomatis, dan jalur evakuasi risiko untuk mencegah ledakan atau kebakaran.

2.1 Material Pipa Gas

Pemilihan material pipa gas merupakan aspek fundamental dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek perpipaan, karena material yang digunakan akan menentukan kekuatan mekanis, ketahanan terhadap korosi, umur layanan, serta biaya pemeliharaan. Secara umum, dua material utama yang banyak digunakan dalam pekerjaan pipa gas adalah baja karbon dan polyethylene (PE). Macam-macam bahan material dari pipa gas sebagai berikut:

2.1.1 Pipa Baja Karbon

Baja karbon masih menjadi pilihan dominan pada jaringan transmisi gas bertekanan tinggi dan jarak jauh. Palmer & King (2008) menyatakan bahwa pipa baja memiliki kekuatan tarik dan ketahanan terhadap tekanan internal yang sangat tinggi, sehingga sesuai digunakan pada jaringan transmisi utama (trunk pipeline). Selain itu, baja juga

memiliki ketahanan yang baik terhadap beban eksternal akibat lalu lintas atau timbunan tanah.

Namun, kelemahan utama pipa baja adalah kerentanan terhadap korosi, baik akibat kelembaban tanah maupun interaksi dengan fluida yang diangkut. Oleh karena itu, penggunaan baja memerlukan proteksi tambahan, seperti pelapisan (coating) eksternal, katodik proteksi, dan pemantauan periodik. Menurut Zhang et al. (2016), sekitar 30–40% kerusakan pipa gas secara global disebabkan oleh korosi, baik internal maupun eksternal. Oleh karena itu, sistem pengendalian korosi menjadi syarat wajib dalam penggunaan material baja.



Gambar 2.1 Pipa Baja Karbon
(Sumber : PT Karya Baja Sukses)

2.1.1 Pipa Polyethylene (PE)

Polyethylene merupakan material termoplastik yang banyak digunakan untuk pipa distribusi gas, dengan dua jenis yang umum dipakai yaitu Medium Density Polyethylene (MDPE) dan High Density Polyethylene (HDPE). Kedua jenis material ini memiliki sifat fisik dan mekanis yang berbeda, sehingga pemilihan penggunaannya sangat bergantung pada tekanan operasi serta kondisi lapangan.

a. Pipa HDPE

HDPE (High Density Polyethylene) memiliki kerapatan molekul yang lebih tinggi sehingga memberikan kekuatan tarik dan ketahanan tekanan yang lebih baik dibanding MDPE. Menurut Wang et al. (2024), HDPE direkomendasikan untuk sistem distribusi gas dengan tekanan menengah hingga tinggi (sekitar 4–10 bar), dengan ketahanan jangka panjang yang baik terhadap tekanan internal. Kelebihan lain HDPE adalah ketahanan yang sangat baik terhadap retak akibat tegangan lingkungan (Environmental Stress Cracking Resistance/ESCR) serta sifat non-korosif. Akan tetapi, sifatnya yang lebih kaku dibanding MDPE membuat HDPE relatif kurang fleksibel dalam jalur dengan tikungan tajam. Penelitian terbaru juga menunjukkan bahwa HDPE lebih rentan terhadap retak lambat (slow crack growth) apabila terjadi kesalahan pada proses penyambungan atau backfilling (Lu et al., 2023).



Gambar 2.2 Pipa HDPE

(Sumber : PT Karindo Abadi Makmur)

b. Pipa MDPE

MDPE (Medium Density Polyethylene) umumnya digunakan pada jaringan distribusi gas bertekanan rendah hingga menengah (biasanya < 4 bar). Menurut O'Donnell (2011), pipa MDPE memiliki fleksibilitas yang tinggi, ketahanan retak yang baik, serta performa memadai dalam kondisi suhu rendah, sehingga sangat sesuai untuk jaringan distribusi perkotaan yang memiliki jalur kompleks dan membutuhkan kelenturan pipa.

Selain itu, MDPE memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap impact loading dibanding HDPE, sehingga sering dipilih pada area di mana risiko beban kejut atau deformasi akibat aktivitas lalu lintas cukup tinggi (Palmer & King, 2008). Kekurangannya, kekuatan tarik MDPE relatif lebih rendah dibanding HDPE, sehingga penggunaannya terbatas pada sistem dengan tekanan operasi kecil hingga sedang.



Gambar 2.3 Pipa MDPE

(Sumber : PT PGAS Solution)

2.1 Metode Pekerjaan Pipa

Pemasangan pipa merupakan tahapan penting dalam pekerjaan jaringan utilitas seperti jaringan air bersih, air limbah, dan gas. Pemilihan metode pemasangan yang tepat harus mempertimbangkan kondisi lingkungan, jenis pipa, diameter, kedalaman galian, serta efisiensi waktu dan biaya. Menurut Djoenaedi (2005), metode pemasangan pipa bertujuan untuk memastikan jalur pipa terpasang sesuai desain, aman, efisien, dan mudah dalam proses pemeliharannya.

Secara umum, terdapat beberapa metode pemasangan pipa yang sering digunakan dalam proyek konstruksi jaringan utilitas, di antaranya:

2.1.1 Macam – Macam Pemasangan Pipa

Pemasangan pipa memiliki beberapa macam metode, diantaranya adalah:

a. Metode Pemasangan Pipa Galian Terbuka (*Open Cut*)

Metode *Open Cut* merupakan metode pemasangan pipa yang paling umum digunakan dalam proyek konstruksi jaringan utilitas, seperti jaringan air bersih, air limbah, maupun gas. Pada metode ini, dilakukan penggalian terbuka sepanjang jalur pemasangan pipa sesuai dengan kedalaman dan lebar yang telah ditentukan dalam gambar desain.

Menurut Djoenaedi (2005), metode *Open Cut* adalah metode konvensional dalam pekerjaan perpipaan yang dilakukan dengan cara menggali saluran terbuka sepanjang jalur pipa, kemudian pipa diletakkan di dasar galian dan dilakukan proses penyambungan, sebelum akhirnya ditimbun kembali. Metode ini dipilih karena sederhana, efisien untuk berbagai jenis pipa dan kondisi tanah, serta dapat diterapkan di berbagai proyek skala kecil hingga besar.

Metode manual merupakan cara pemasangan pipa yang dilakukan tanpa menggunakan alat berat, melainkan mengandalkan tenaga manusia secara langsung di lapangan. Metode ini lazim diterapkan

untuk pipa berdiameter kecil hingga sedang, terutama pada lokasi dengan akses terbatas.

Menurut Hasibuan (2013), pemasangan pipa secara manual masih banyak digunakan di proyek skala kecil hingga menengah karena fleksibilitasnya dan tidak membutuhkan alat berat yang mahal.



Gambar 2.4 Galian Tanah Manual

(Sumber : Dokumentasi Pribadi 2025)

b. Metode Manual Boring

Konstruksi sistem perpipaan bawah tanah merupakan komponen integral dalam pengembangan infrastruktur modern yang memerlukan pendekatan teknis yang tepat dan efisien. Dalam konteks ini, metode manual boring telah menjadi salah satu alternatif konstruksi trenchless yang signifikan untuk aplikasi instalasi pipa dengan gangguan minimal terhadap permukaan tanah. Sebagaimana dikemukakan oleh Najafi (2005), "*trenchless technology allows for the installation or renewal of underground utility systems with minimum disruption of the surface*", yang menjadi dasar filosofis pengembangan metode manual boring dalam konstruksi perpipaan.

Metode manual boring, sebagai bagian dari teknologi trenchless,

memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari metode konvensional. Pengembangan metode ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan teknik konstruksi yang dapat mengakomodasi kondisi geografis dan operasional yang spesifik, terutama pada area dengan akses terbatas atau kondisi lingkungan yang sensitif.



Gambar 2.5 Pekerjaan Boring Horizontal Manual

(Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024)

c. Metode Horizontal Directional Drilling (HDD)

Metode Horizontal Directional Drilling (HDD) merupakan salah satu teknik pemasangan pipa bawah tanah tanpa perlu melakukan penggalian terbuka secara menyeluruh. Teknologi ini berkembang seiring dengan meningkatnya kebutuhan terhadap metode instalasi utilitas bawah tanah yang minim gangguan terhadap lingkungan dan infrastruktur di permukaan. HDD sangat cocok digunakan pada area yang memiliki hambatan fisik seperti jalan raya, sungai, atau kawasan padat penduduk, di mana penggalian terbuka akan menimbulkan dampak sosial, ekonomi, maupun lingkungan yang cukup signifikan.

Menurut Rahman et al. (2013), HDD adalah suatu metode pengeboran terarah yang terdiri atas tiga tahap utama, yaitu tahap pilot hole, tahap reaming atau pembesaran lubang, dan tahap penarikan pipa (pullback). Pada tahap pertama, dilakukan pengeboran awal dengan mengarahkan mata bor mengikuti jalur yang telah direncanakan menggunakan teknologi navigasi berbasis gyro atau magnetic guidance system. Selanjutnya, pada tahap reaming, diameter lubang diperbesar agar sesuai dengan diameter pipa yang akan dipasang. Terakhir, pipa ditarik masuk ke dalam lubang hasil pembesaran tersebut dengan hati-hati guna menghindari kerusakan struktural.

Menurut Horst (2016), metode HDD memungkinkan pemasangan pipa di bawah permukaan tanah tanpa harus membuka permukaan secara keseluruhan, sehingga sangat efektif untuk proyek-proyek yang berlokasi di area perkotaan atau kawasan padat penduduk.

Secara teknis, pemilihan metode HDD dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: panjang lintasan pengeboran, kedalaman instalasi, kondisi geologi lokal, dan spesifikasi pipa yang digunakan. Menurut American Society of Civil Engineers (ASCE, 2010), penggunaan metode ini telah menjadi praktik umum dalam proyek infrastruktur modern karena efektivitasnya dalam aspek teknis dan ekonomis, meskipun biaya awal cenderung lebih tinggi dibanding metode konvensional.

Dengan mempertimbangkan manfaat dan tantangan yang ada, pemilihan metode HDD dalam pemasangan pipa harus dilakukan melalui analisis teknis dan ekonomis yang matang, dengan mempertimbangkan efisiensi waktu, biaya, serta dampak terhadap lingkungan dan masyarakat sekitar.



Gambar 2.6 Metode Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024)

2.5 Landasan Teori

2.4.1 *Re – Engineering* (Rekayasa Ulang)

Re-Engineering atau Rekayasa ulang proses bisnis atau Business Process Reengineering (BPR) adalah pendekatan manajemen yang menekankan pemikiran ulang fundamental dan perancangan ulang radikal terhadap proses organisasi agar terjadi peningkatan kinerja yang dramatis. Dengan kata lain, re-engineering berarti mendesain ulang proses kerja lama secara menyeluruh dengan orientasi hasil (outcome) yang diinginkan, bukan sekadar memperbaiki tugas-tugas yang ada. Dachyar (2021) bahkan menegaskan bahwa BPR merupakan teknik manajemen untuk mengubah organisasi secara radikal sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas dan efisiensi yang signifikan.

Dalam konteks manajemen konstruksi, konsep ini diterapkan dengan merombak workflow proyek (misalnya dalam penjadwalan, pengadaan, pelaksanaan lapangan, dan kontrol mutu) guna mencegah pemborosan waktu dan biaya. Sebagai ilustrasi, Wardani et al. menemukan bahwa penerapan re-engineering pada pekerjaan bekisting dan pengecoran beton secara signifikan mampu menurunkan biaya dan durasi pekerjaan. Pendekatan radikal ini menjadi solusi efisien dan efektif terhadap masalah keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek konstruksi. Lebih lanjut, re-engineering tidak hanya memberikan manfaat dari sisi teknis dan ekonomi, namun juga dapat meningkatkan fleksibilitas proyek dalam menghadapi kendala tak terduga di lapangan. Hal ini sejalan dengan pendapat Harrington (1995) yang menyatakan bahwa re-engineering adalah alat penting dalam menciptakan sistem kerja yang adaptif, responsif, dan berorientasi pada hasil. Dari berbagai uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa re-engineering merupakan suatu pendekatan manajerial dan teknis yang sangat relevan untuk diterapkan dalam proyek konstruksi modern. Dengan melakukan rekayasa ulang terhadap metode kerja yang telah ada, proyek dapat memperoleh kinerja yang lebih unggul dari sisi efisiensi biaya, percepatan waktu, serta peningkatan kualitas hasil pekerjaan.

Proyek konstruksi memiliki karakteristik unik, seperti bersifat sementara, melibatkan banyak pihak, memiliki tingkat ketidakpastian tinggi, serta sangat dipengaruhi oleh faktor waktu, biaya, mutu, dan keselamatan kerja. Menurut Lubis (2009), kompleksitas proyek konstruksi sering kali menyebabkan inefisiensi akibat koordinasi yang lemah, metode kerja yang tidak optimal, serta keterbatasan dalam pengendalian proyek.

Dalam praktiknya, banyak proyek konstruksi masih mengandalkan metode konvensional dan prosedur kerja yang bersifat tradisional. Hal ini berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti keterlambatan pelaksanaan, pembengkakan biaya, rendahnya produktivitas tenaga kerja, serta tingginya tingkat pekerjaan ulang (*rework*). Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan sistemik yang mampu meninjau ulang dan merancang kembali proses kerja secara menyeluruh, yaitu melalui penerapan konsep *re-engineering*.

Rezgui et al. (2010) menyatakan bahwa industri konstruksi membutuhkan transformasi proses berbasis *re-engineering* untuk mengatasi fragmentasi proses, lemahnya integrasi antar disiplin, dan rendahnya adopsi teknologi. *Re-engineering* dipandang sebagai alat strategis untuk meningkatkan kinerja proyek konstruksi secara signifikan.

Dalam manajemen proyek konstruksi, *re-engineering* diterapkan untuk menganalisis proses eksisting (*as-is process*), mengidentifikasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (*non-value added activities*), serta merancang proses baru (*to-be process*) yang lebih efisien. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip manajemen modern yang menitikberatkan pada efektivitas proses dan optimalisasi sumber daya.

Penelitian oleh Ogunlana et al. (1996) menunjukkan bahwa perbaikan proses kerja melalui pendekatan sistemik dan inovatif dapat meningkatkan kinerja proyek konstruksi, khususnya di negara berkembang. *Re-engineering* memungkinkan penyederhanaan alur kerja, pengurangan waktu tunggu, serta peningkatan koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek.

Dalam proyek Engineering, Procurement, and Construction (EPC), Dachyar dan Sanjiwo (2018) menemukan bahwa

penerapan re-engineering pada proses manajemen proyek mampu menurunkan durasi fase engineering dan pengadaan secara signifikan. Hal ini membuktikan bahwa re-engineering tidak hanya relevan pada aspek teknis pelaksanaan, tetapi juga pada manajemen proyek secara keseluruhan.

Penerapan re-engineering dalam proyek konstruksi memberikan berbagai manfaat, antara lain:

- Peningkatan efisiensi waktu pelaksanaan proyek, melalui pengurangan durasi pekerjaan dan waktu tunggu.
- Penghematan biaya proyek, khususnya biaya tidak langsung yang bergantung pada lamanya waktu pelaksanaan.
- Peningkatan produktivitas tenaga kerja, melalui perbaikan metode kerja dan alur pelaksanaan.
- Perbaikan mutu dan keselamatan kerja, akibat proses yang lebih terstandarisasi dan terkontrol.
- Peningkatan daya saing perusahaan konstruksi, melalui penerapan metode kerja yang lebih inovatif dan adaptif.

Al-Kharashi dan Skitmore (2009) menegaskan bahwa peningkatan efisiensi proses konstruksi melalui pendekatan sistemik merupakan faktor kunci dalam keberhasilan proyek.

2.4.2 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Belanja (RAB) merupakan dokumen penting dalam proses perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, yang berfungsi sebagai pedoman dalam mengestimasi total biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan volume pekerjaan, harga satuan, dan jenis sumber daya yang digunakan. RAB tidak hanya menjadi alat untuk menghitung kebutuhan dana secara menyeluruh, tetapi juga berperan dalam pengambilan keputusan

manajerial dan pengendalian biaya selama proses pelaksanaan proyek.

Menurut Purwanto (2010), RAB adalah “perhitungan seluruh biaya langsung maupun tidak langsung dari suatu pekerjaan konstruksi yang disusun secara sistematis berdasarkan gambar kerja, spesifikasi teknis, dan harga satuan pekerjaan.” Dengan demikian, penyusunan RAB harus mengacu pada dokumen perencanaan proyek yang valid dan lengkap, seperti gambar desain, spesifikasi teknis, serta standar analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) yang berlaku. Struktur umum RAB mencakup uraian pekerjaan, satuan, volume, harga satuan, dan total biaya per item pekerjaan. Komponen biaya dalam RAB umumnya dibagi menjadi dua kategori, yakni biaya langsung (*direct cost*), seperti material, tenaga kerja, dan alat, serta biaya tidak langsung (*indirect cost*), seperti overhead proyek, keuntungan kontraktor, dan pajak. Menurut Chitkara (2011), penyusunan RAB yang akurat dan komprehensif sangat penting dalam menjamin keberhasilan proyek karena dapat mengurangi risiko overbudget, keterlambatan, serta konflik selama proses pelaksanaan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dan Nugroho (2018), dijelaskan bahwa penyusunan RAB yang baik dapat menjadi alat prediktif dalam melakukan analisis kelayakan proyek, serta sebagai dasar dalam proses tender dan negosiasi kontrak antara pemilik proyek dan penyedia jasa konstruksi. Oleh karena itu, validitas dan akurasi data volume pekerjaan serta harga satuan sangat menentukan kualitas dari RAB yang disusun.

Selain sebagai alat estimasi, RAB juga berfungsi sebagai dasar evaluasi efisiensi penggunaan sumber daya pada fase pelaksanaan proyek. Dalam konteks re-engineering metode pekerjaan, RAB dapat digunakan sebagai instrumen untuk

membandingkan alternatif pelaksanaan pekerjaan dari segi efisiensi biaya, sehingga manajer proyek dapat memilih metode yang paling efektif secara finansial.

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

A. *Direct Cost* (Biaya Langsung)

Biaya langsung dalam proyek konstruksi merupakan seluruh pengeluaran yang berkaitan secara langsung dengan aktivitas fisik pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Komponen biaya ini umumnya mencakup pengadaan material konstruksi, pembayaran upah tenaga kerja, serta penggunaan peralatan yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

B. *Indirect Cost* (Biaya Tidak langsung)

Biaya tidak langsung merupakan pengeluaran yang timbul sebagai konsekuensi dari pelaksanaan proyek, namun tidak terkait secara langsung dengan aktivitas pekerjaan fisik di lapangan. Macam – macam biaya tidak langsung yaitu :

- Biaya *Overhead*
- Biaya Tidak Terduga (*Contigencies*)
- Keuntungan / Profit

Dengan demikian, RAB bukan sekadar perhitungan administratif, melainkan merupakan bagian integral dari sistem manajemen proyek yang berperan dalam perencanaan, pengendalian, dan evaluasi kinerja proyek secara menyeluruh.

2.4 Penelitian Terdahulu

Table 2.1 penelitian terdahulu yang relevan

No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Pemasangan pipa HDPE pada penyambungan pipa irigasi dengan metode butt fusion (Syafrizal, 2022)	Menyusun metode butt fusion untuk penyambungan pipa HDPE OD 710 mm pada kondisi akses sulit	Studi kasus, pelaksanaan teknik butt fusion, hydrotest	Semua sambungan memenuhi standar SNI dan ISO; efektif untuk OD 710 mm
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
2	Penerapan <i>Re-engineering</i> metode pemasangan pipa pada proyek SPAM Semarang Barat (Agustin & Pramirasuci, 2022)	Membandingkan 4 metode pemasangan pipa PE dan menganalisis biaya serta waktu	Kuantitatif; analisis biaya, tenaga, alat, simulasi percepatan	Metode kombinasi mempercepat durasi dari 420 h ke 360 h meski biaya naik Rp 259 miliar

No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	Re-engineeri ng pada proyek pembangunan gedung SMP 16 Surakarta (Wardani, 2024)	Menerapkan re-engineering pada pekerjaan bekisting dan pengecoran untuk efisiensi	Analisis Pareto, rekomendasi metode alternatif	Hemat 38 % biaya (Rp 1,356 miliar) dan 63 % waktu (37 hari)
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4	Re-engineeri ng pada proyek gedung laboratorium Prodia Palembang (Rakhima, 2023)	Optimalisasi metode pengecoran dan bekisting untuk efisiensi waktu & biaya	Komparatif; dua metode beton & dua jenis bekisting	Kombinasi optimal hemat Rp 45,6 juta & 28 hari
5	Re-engineering Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran	a. Mengetahui dan meninjau alternative metode kerja pemancangan yang efektif dan efisien	Metode analisis deskriptif	Pemancangan yang efektif dan efisien adalah pemancangan dengan diesel hammer dengan efektifitas 14 hari

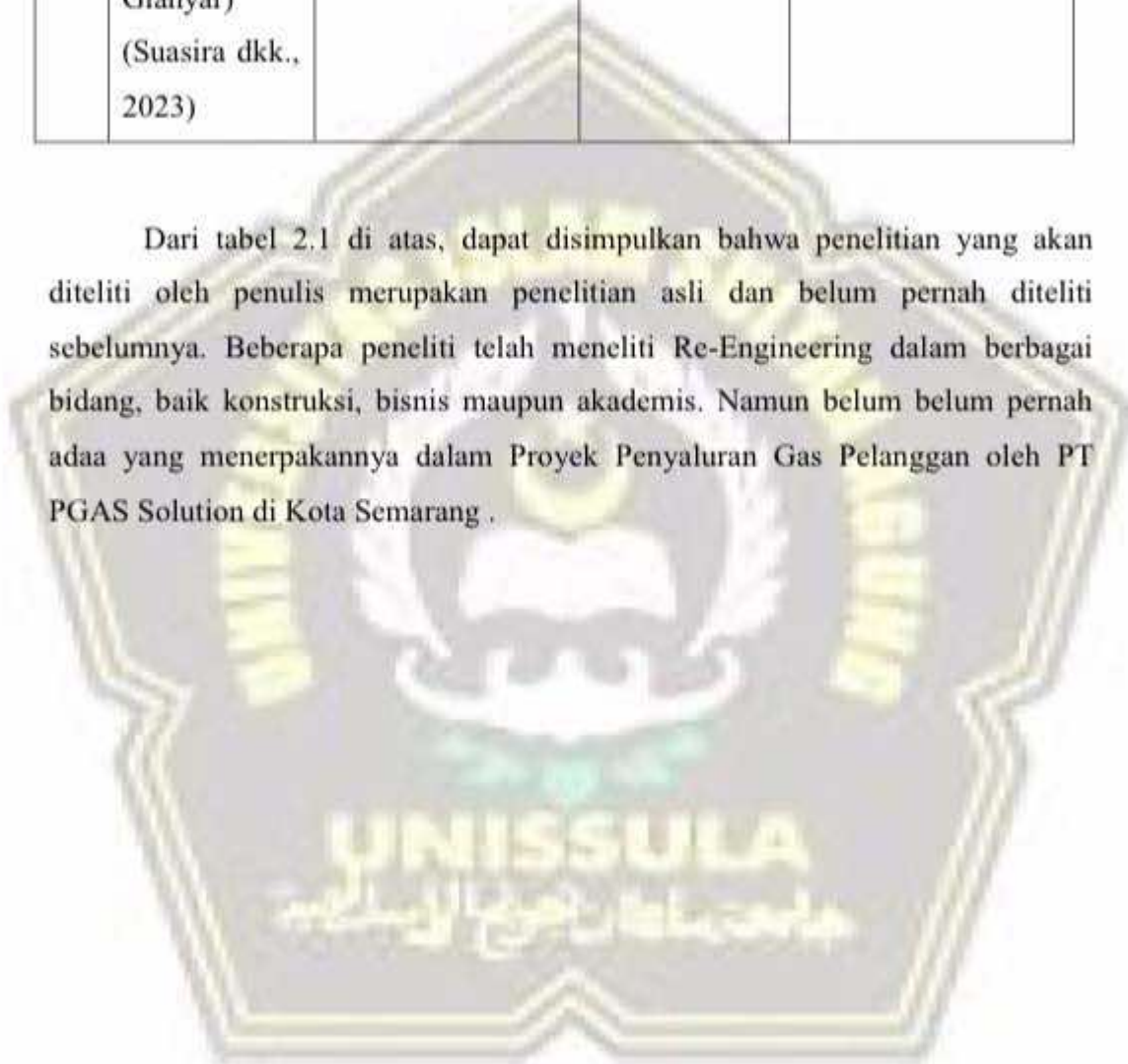
	Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang (Rivanda Hisyam, 2023)	b.Mengetahui dan meninjau system bekisting agar Efektif dan efisien pada proyek		dan efisiensi sebesar Rp 147.319.921,-. Perhitungan Kombinasi yang paling efektif dan efisien adalah menggunakan pemancang diesel hammer dan bekisting system dengan efektifitas 37 hari dan efisiensi biaya sebesar Rp 583.418.650,-
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
6	Re-Engineering The Business Process of Slickline and Electric Line Operation (Putra & Cahyo, 2022)	Mengurangi biaya operasi slickline dan electric line dalam eksplorasi minyak	BPR & Value Stream Mapping; lean management	Pengurangan personel & eliminasi duplikasi proses, mengurangi biaya dan efisiensi operasi
7	Application of Offshore HDPE Pipes Route Design	Menentukan rute terbaik HDPE subsea berdasarkan	Survei batimetri, model hidrodinamik,	Rute optimal ditemukan, analisis dimensi dan free-span aman

	in North Maluku (Novico dkk., 2021)	kondisi hidrodinamik	analisis balok beton	
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
8	Analisa kerugian aliran pada pipa HDPE vs galvanis (Siregar & Salim, 2021)	Menganalisis head loss pipa HDPE dan galvanis dalam instalasi 7 m	Eksperimen aliran; pengukuran head loss	HDPE kehilangan energi lebih rendah (1,22 m vs 1,95 m)
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
9	Evaluasi pengerjaan ulang (rework) proyek gedung di Semarang (Herdianto dkk., 2015)	Mengidentifikasi faktor penyebab rework dan pengaruhnya terhadap biaya & waktu	Kuantitatif: survei + risk management framework	Rework dominan disebabkan faktor manajerial; tahapan penyelesaian finishing paling sering, berdampak pada kualitas dan biaya
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				kapasitas saluran

				yang terlalu kecil
10	Analisis Desain Hidrolik IPAL Sistem Biocord dalam Mengatasi Pencemaran Air pada Danau Duta Harapan (Maruli Nathaniel, 2021)	Menganalisis desain hidrolik IPAL Sistem Biocord dalam mengatasi pencemaran air pada danau duta harapan	Observasi survey	Kapasitas bak IPAL pada Danau Duta Harapan yaitu bak anaerob dengan ukuran pajang 9m, lebar 4 m dan tinggi 2 m, dapat menghasilkan volume bak anaerob sebesar 72 m ³ . Bak aerob dengan ukuran panjang 14m, lebar 4 m dan tinggi 2 dapat menghasilkan volume bak anaerob 112 m ³ , bak pengendap akhir dengan ukuran panjang 8 m, lebar 4 m dan tinggi 2 m dapat menghasilkan volume bak anaerob 64 m ³ .
No	Judul, Penulis dan Tahun	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
11	Optimasi biaya	Mengoptimasi biaya struktur	Four Job Plan:	Hemat Rp 4,43 miliar

konstruksi gedung dengan Value Engineering (RSUD Sanjiwani Gianyar) (Suasira dkk., 2023)	beton melalui Value Engineering	informasi, kreatif, analisis, rekomendasi	(20,8%) dan 31 hari waktu pengerjaan
--	---------------------------------	---	--------------------------------------

Dari tabel 2.1 di atas, dapat disimpulkan bahwa penelitian yang akan diteliti oleh penulis merupakan penelitian asli dan belum pernah diteliti sebelumnya. Beberapa peneliti telah meneliti Re-Engineering dalam berbagai bidang, baik konstruksi, bisnis maupun akademis. Namun belum pernah ada yang menerapkannya dalam Proyek Penyaluran Gas Pelanggan oleh PT PGAS Solution di Kota Semarang .



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Studi ini menganalisis pengaruh lama waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk setiap metode kerja pemasangan pipa yang berbeda, untuk menentukan metode kerja terbaik untuk pekerjaan perpipaan pada proyek penyaluran gas ke pelanggan.

3.2 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang oleh PT PGAS Solution yang dilaksanakan di wilayah operasional perusahaan. Proyek ini memiliki nilai kontrak sebesar **Rp 2.175.000.000** dengan ruang lingkup pekerjaan metode pekerjaan instalasi ke pelanggan. Fokus penelitian ini adalah membandingkan efisiensi pelaksanaan proyek antara metode konvensional dengan metode yang telah direkayasa ulang menggunakan prinsip re-engineering.

Lokasi Penelitian

Letak lokasi penelitian membentang sepanjang kecamatan semarang tengah, kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian

3.1 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Pada tahap awal, peneliti melakukan studi literatur untuk memperoleh teori dan konsep terkait re-engineering serta manajemen proyek konstruksi. Selanjutnya, dilakukan observasi awal ke lokasi proyek untuk memahami kondisi eksisting serta permasalahan yang terjadi. Peneliti juga menyiapkan instrumen penelitian, seperti pedoman wawancara, format observasi, dan checklist dokumen.

a. Studi Pendahuluan

Melakukan telaah literatur mendalam terkait konsep re-engineering, manajemen proyek konstruksi, dan teknologi pendukung (BIM, ERP). Juga mengkaji dokumentasi awal proyek penyaluran gas PT PGAS Solution untuk memahami ruang lingkup, jadwal, dan nilai kontrak.

b. Identifikasi Masalah

Berdasarkan studi pendahuluan, merumuskan masalah utama (misalnya inefisiensi alur kerja, pemborosan waktu, deviasi biaya) yang akan menjadi fokus re-engineering. Diskusi awal dengan manajer proyek dan site engineer untuk memvalidasi permasalahan.

c. Persiapan Instrumen penelitian

Menyusun pedoman wawancara terstruktur dan semi-terstruktur, format lembar observasi lapangan, serta checklist dokumen (RAB, time schedule, laporan progres). Menyiapkan alat perekam suara, kamera, dan perangkat lunak pendukung analisis data.

d. Menganalisis RAB dan kurva S

2. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian merupakan bagian di mana aktivitas pengumpulan data dilakukan secara langsung di lokasi proyek maupun melalui sumber-sumber relevan lainnya. Data yang dikumpulkan akan menjadi dasar dalam melakukan analisis serta penyusunan rekomendasi terkait penerapan re-engineering metode pemasangan dan penyambungan pipa PE. Proses ini terdiri dari beberapa metode pengumpulan data yang

dirancang sesuai kebutuhan penelitian.

a. Tahap pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui berbagai metode untuk mendapatkan data yang valid, akurat, dan relevan terhadap permasalahan yang diteliti. Proses pengumpulan data pada penelitian ini meliputi:

1. Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan proyek penyambungan pipa PE. Narasumber yang diwawancarai terdiri atas manajer proyek, supervisor lapangan, dan operator penyambungan pipa. Wawancara bertujuan untuk menggali informasi mengenai metode pelaksanaan yang digunakan, kendala teknis di lapangan, serta pendapat mereka terhadap alternatif metode hasil re-engineering.

2. Observasi

Observasi dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung terhadap pelaksanaan pekerjaan di lokasi proyek. Observasi ini meliputi pemantauan terhadap proses penggalian, pemasangan pipa, proses penyambungan, serta pengujian sambungan. Data yang diperoleh melalui observasi ini digunakan untuk mencatat realisasi waktu pelaksanaan dan kondisi pelaksanaan di lapangan.

3. Studi Dokumentasi dan Literasi

Pengumpulan data juga dilakukan melalui studi dokumen yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek, seperti laporan harian proyek, data biaya pelaksanaan, jadwal pelaksanaan proyek, serta dokumen perencanaan metode kerja. Selain itu, studi literatur dilakukan dengan menelaah referensi akademik seperti buku, jurnal, dan artikel ilmiah yang berkaitan dengan re-engineering pekerjaan konstruksi dan metode instalasi pipa PE.

Sumber data yang digunakan berupa:

1) Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama di lapangan melalui wawancara dengan pelaksana proyek dan pihak manajemen, serta observasi langsung terhadap aktivitas penyambungan pipa PE. Data primer ini meliputi informasi tentang metode pelaksanaan eksisting, hambatan yang dihadapi selama pelaksanaan, serta hasil uji efisiensi dari metode alternatif yang diterapkan.

2) Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung dari hasil observasi atau wawancara, melainkan berasal dari dokumen dan referensi yang relevan dengan proyek dan tema penelitian. Data sekunder ini diperlukan untuk memberikan gambaran umum terhadap standar pelaksanaan pekerjaan serta menjadi pembanding hasil penelitian di lapangan.

b. Pengolahan dan Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dan bersifat deskriptif kualitatif. Teknik ini dipilih untuk menganalisis data yang telah diperoleh dari lapangan berupa durasi waktu pekerjaan, biaya pelaksanaan, serta hasil wawancara terkait metode pelaksanaan eksisting dan alternatif.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu tahapan penting dalam penelitian, yaitu proses memperoleh informasi yang relevan dan akurat untuk menjawab permasalahan penelitian. Dalam penelitian ini, data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung melalui wawancara dan observasi terhadap pihak-pihak terkait proyek, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen proyek, arsip, dan referensi literatur yang mendukung.

Penelitian ini menerapkan pendekatan mix-method, yaitu kombinasi antara metode kualitatif deskriptif dan metode kuantitatif. Peneliti bersama tim mengumpulkan data dan informasi dari narasumber yang terlibat dalam pelaksanaan proyek, yaitu Tim Penyedia Jasa Konstruksi dan Tim Konsultan Manajemen Konstruksi yang memiliki wewenang dalam pelaksanaan proyek.

Adapun beberapa teknik pengumpulan data yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Jenis Data

Data yang digunakan terbagi menjadi dua, yaitu:

- Data Primer: data yang diperoleh langsung melalui wawancara dan observasi di lokasi proyek terkait pelaksanaan proyek sebelum dan sesudah penerapan konsep re-engineering.
- Data Sekunder: data yang diperoleh dari dokumen proyek, arsip kontrak, laporan deviasi, gambar teknis, time schedule, serta referensi studi literatur yang relevan, guna mendukung proses analisis.

2. Wawancara

Teknik wawancara merupakan metode pengumpulan data primer yang dipandang efektif karena memungkinkan peneliti memperoleh informasi langsung dari narasumber yang terlibat aktif dalam pelaksanaan proyek. Wawancara dilakukan melalui percakapan terstruktur maupun semi terstruktur untuk menggali informasi mengenai kondisi pekerjaan, kendala yang dihadapi, serta potensi yang dapat ditingkatkan melalui re-engineering.

Langkah yang akan dilakukan dalam pengumpulan data melalui wawancara meliputi:

- a) Melaksanakan wawancara kepada Tim Penyedia Jasa Konstruksi dan Tim Konsultan Manajemen Konstruksi. Pertanyaan dirancang berdasarkan daftar indikator penilaian kinerja pelaksanaan konstruksi serta kendala yang muncul selama proyek berlangsung.
- b) Wawancara dilakukan secara bersama maupun individu, baik dalam forum resmi maupun informal yang difasilitasi oleh peneliti. Hasil

wawancara dicatat dalam bentuk notulensi atau catatan khusus yang kemudian dianalisis.

- c) Data hasil wawancara dianalisis sesuai metode pengolahan data yang telah ditetapkan dalam penelitian ini.

3. Dokumentasi

Dokumentasi digunakan digunakan sebagai salah satu sumber data sekunder dalam penelitian ini. Teknik pengumpulan data dilakukan tanpa keterlibatan langsung dengan responden, melainkan melalui penelaahan terhadap dokumen administrasi pelaksanaan proyek konstruksi. Berkas-berkas tersebut dianalisis untuk memperoleh informasi yang relevan dan mendukung ketepatan hasil penelitian.

4. Studi Kepustakaan

Kajian pustaka dalam penelitian ini dilaksanakan melalui penelusuran dan telaah berbagai sumber referensi yang relevan, seperti buku teks, artikel jurnal ilmiah, serta laporan penelitian sebelumnya. Proses ini bertujuan untuk membangun kerangka teoritis yang kuat sekaligus menjadi dasar konseptual dalam menganalisis dan membahas hasil penelitian.

5. Sumber data

Sumber data dalam penelitian ini berasal dari individu maupun dokumen yang dapat memberikan informasi mengenai pelaksanaan proyek. Pihak-pihak tersebut di antaranya adalah Tim Manajemen Proyek, Penyedia Jasa Konstruksi, dan Konsultan Manajemen Konstruksi yang terlibat selama pelaksanaan proyek berlangsung.

3.3 Metode Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menerapkan model analisis interaktif yang dilakukan secara berkelanjutan sejak proses pengumpulan data hingga tahap penarikan kesimpulan. Tahapan analisis mencakup penyaringan dan pemilihan informasi (reduksi data), penyusunan serta penyajian data dalam bentuk tabel atau matriks, dan interpretasi untuk memperoleh kesimpulan yang relevan dengan tujuan penelitian. Data yang diperoleh melalui wawancara, observasi lapangan, dokumentasi, dan kajian literatur terlebih dahulu diklasifikasikan berdasarkan tingkat keterkaitannya dengan fokus penelitian sebelum dianalisis lebih lanjut

sesuai dengan alur penelitian. Matriks tersebut kemudian digunakan untuk memudahkan proses penarikan kesimpulan secara sistematis. Teknik ini mengacu pada konsep analisis data menurut Nurman (2021) yang menyatakan bahwa proses pengolahan data harus dilakukan secara kontinu dan konsisten hingga akhir penelitian.

3.6.1 Tahap Informasi

Mengumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang subjek penelitian adalah langkah informasi. Analisis ini bertujuan untuk menemukan pekerjaan yang memiliki beban kerja yang signifikan atau memerlukan biaya yang tinggi dan durasi waktu yang lama untuk diselesaikan. Ini dapat dilakukan dengan berbagai cara, termasuk:

1. *Breakdown Cost Model*

Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi distribusi penggunaan biaya pada masing-masing elemen pekerjaan dalam proyek. Setiap item pekerjaan dianalisis berdasarkan besaran nilainya, kemudian diklasifikasikan menurut tingkat kontribusinya terhadap total biaya proyek. Selanjutnya, dilakukan perhitungan proporsi biaya tiap item terhadap keseluruhan anggaran pelaksanaan untuk memperoleh bobot masing-masing pekerjaan. Item dengan persentase kontribusi yang dominan menjadi prioritas untuk dikaji lebih lanjut melalui pendekatan *re-engineering*, karena berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi biaya dan waktu proyek.

2. Analisis Fungsi

Mengetahui ini bertujuan untuk mengidentifikasi dasar pemilihan produk atau metode yang dijadikan sebagai sampel analisis beserta mekanisme penerapannya dalam proyek.

3.4 Metode Analisa Data

Analisis dilakukan menggunakan bantuan program Microsoft Excel untuk menyusun time schedule, perhitungan deviasi waktu, serta perbandingan anggaran biaya proyek. Terdapat beberapa tahapan analisis utama dalam penelitian ini:

1. Metode Analisis Uji Keabsahan Data

Analisis uji keabsahan data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan peneliti adalah valid, akurat, dan objektif. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan metode tertentu, antara lain:

- a. Checking apakah informan merupakan seseorang yang memiliki informasi yang sesuai dan akurat mengenai obyek penelitian.
- b. Perpanjangan pengamatan yaitu peneliti kembali ke lapangan, melakukan pengamatan, wawancara kembali dengan informan yang pernah ditemui untuk memastikan tidak ada data atau informasi yang kurang.
- c. Validasi data dilakukan melalui teknik *member checking*, yaitu dengan mengonfirmasi kembali hasil penyusunan dan penyajian data kepada informan yang bersangkutan.

2. Analisis Waktu

Waktu pelaksanaan dianalisis menggunakan data time schedule proyek dengan cara menghitung deviasi antara rencana jadwal dengan realisasi pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Perhitungan dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

3. Analisis Biaya

Biaya proyek dianalisis dengan cara menyusun RAB untuk masing-masing metode pelaksanaan, yaitu metode konvensional dan metode setelah re-engineering. Hasil perhitungan biaya digunakan untuk menentukan efisiensi anggaran. Rencana anggaran biaya menggunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. *Start* program *Microsoft Excel*
- b. Membuat judul di *cell* teratas sebagai identitas RAB sesuai judul dan nama proyek
- c. Untuk memenuhi kebutuhan, buat table yang terdiri dari kolom dengan nomor, nama pekerjaan, volume, satuan, harga satuan, dan harga total. Sedangkan pada setiap baris diisi dengan item pekerjaan yang akan dibuat.

Tabel 3.1 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)		
1		
2		
3	Nama Kegiatan	: PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA PENYALURAN DAN WRS REPOR (TARIK) SEMARANG (DISTRIBUSI ATTACHMENT)
4	Unit Area	: DCR III
5	Lokasi	: J. Dr. Soetomo No. 6, Pancasila, Kes Semarang, Selatan Kota Semarang Jawa Tengah 50216
6	Kontak	: PT. PRAAS Solutio
7		
NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA (Rp.)
10	1. PENGADAAN MATERIAL PIPA	Rp. 811.775.307
11	2. PEKERJAAN PE-RUJUKAN	Rp. 379.217.436
12	3. PEKERJAAN BONGKARAN	Rp. 60.907.479
13	4. PEKERJAAN MANUAL BORING	Rp. 220.304.020
14	5. PEKERJAAN PEMASANGAN DAN PENYAMBUNGAN PIPA	Rp. 367.342.811
15	6. PEKERJAAN PEMASANGAN CASING, MARKER TAPE & CONCRETE	Rp. 15.077.410
16	7. PEKERJAAN HDD	Rp. 67.062.041
17	8. PEKERJAAN MRS	Rp. 24.077.320
18	9. PEKERJAAN PERBAIKAN DAN PE-RUJUKAN KEMBALI	Rp. 56.934.910
19	10. PEKERJAAN PENGUJIAN	Rp. 1.105.000
20	11. PEKERJAAN PELAPORAN (Incl. Dokumentasi & As Built Drawing)	Rp. 25.073.564
21	12. PEKERJAAN COMMISSIONING & PSSR	Rp. 5.495.484
22	13. PROTOKOL COVID 19	Rp. 4.429.352
23		
24		
25	BIAYA POKOK	Rp. 2.175.000.000
26	ASURANSI (2,5% x C)	Rp. 54.375.000
27	SUB TOTAL (C + D)	Rp. 2.229.375.000
28		

d. Selanjutnya adalah melakukan pengisian tabel analisis yang telah disusun sebelumnya. Data yang dimasukkan ke dalam tabel meliputi nama item pekerjaan, volume pekerjaan, satuan pengukuran, serta harga satuan masing-masing pekerjaan. Informasi tersebut menjadi dasar dalam proses perhitungan dan evaluasi biaya pada tahap analisis berikutnya.

Tabel 3.2 Tabel Rencana Anggaran Biaya (RAB)

RENCANA ANGGARAN BIAYA				
PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA PENYALUR GAS DAN RISI ISUP DI LEMPAUNG (CUSTOMER ATTACHMENT)				
NO	URAIAN PEKERJAAN	EVALUASI		KETERANGAN
		VOL	HARGA SATUAN	
1	Nama Kegiatan	PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA PENYALUR GAS DAN RISI ISUP DI LEMPAUNG (CUSTOMER ATT)		
2	Unit Area	SQM		
3	Lokasi	J. D. Subroto No. 6, Rungkut Pec. Semarang, Selatan Kota Semarang Jawa Tengah 50141		
4	Kontraktor	PT PDARS Solusi		
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
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				

e. Pengisian pada kolom Harga Total yaitu dengan memasukkan rumus penjumlahan *excel* pada tiap pekerjaan. Misal pada pekerjaan persiapan, maka rumus yang dimasukkan =SUM(C5*E5) lalu tekan ENTER. Lakukan hal yang sama pada baris pekerjaan yang lain.

f. Perhitungan subtotal untuk setiap jenis pekerjaan dilakukan dengan menjumlahkan seluruh komponen biaya dalam kelompok pekerjaan yang sama. Selanjutnya, nilai total keseluruhan proyek diperoleh melalui akumulasi seluruh subtotal masing-masing item pekerjaan. Proses perhitungan tersebut dilakukan secara sistematis menggunakan perangkat lunak pengolah angka untuk memastikan ketelitian dan akurasi hasil analisis biaya.

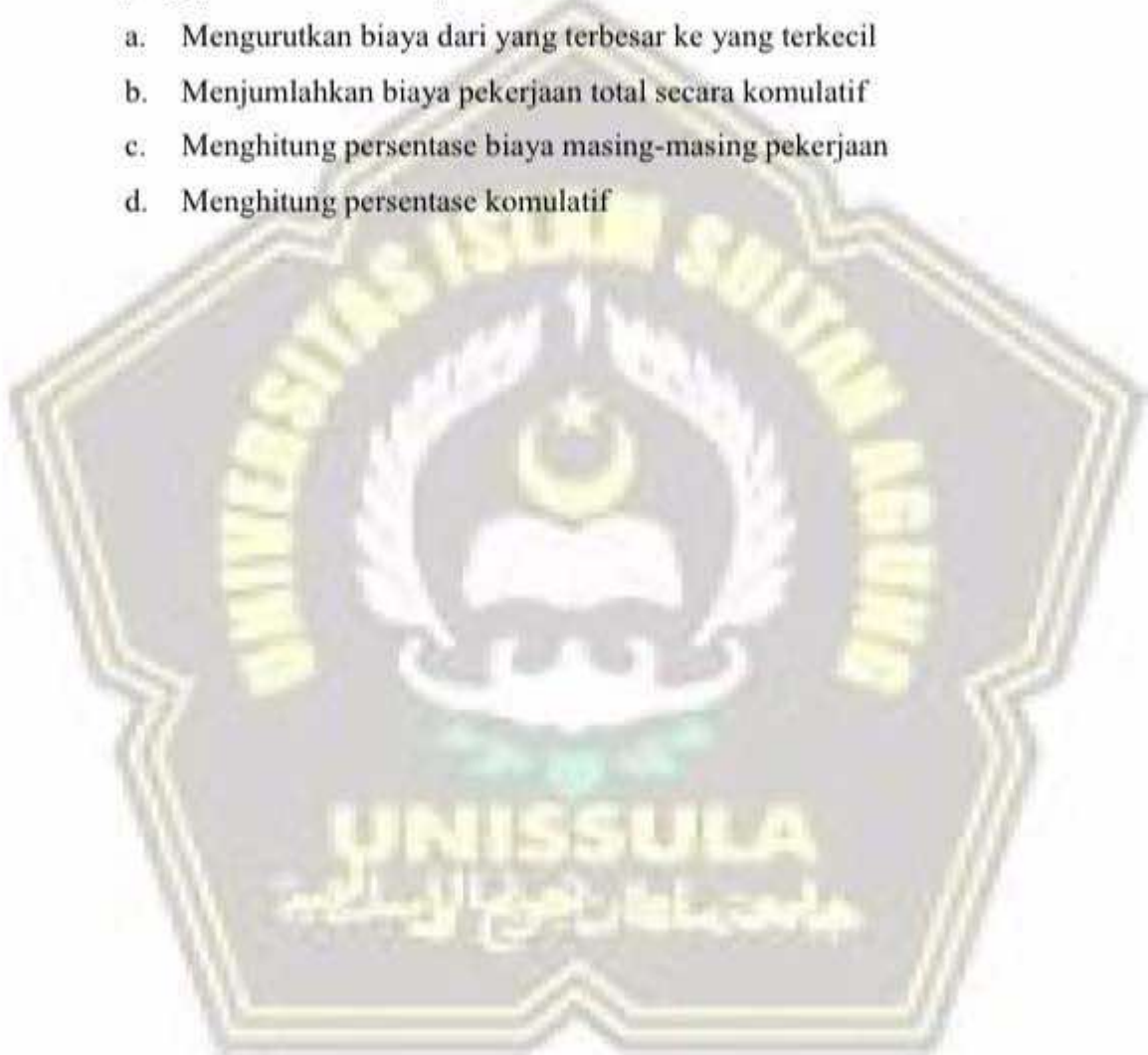
g. Setelah seluruh komponen perhitungan dalam tabel terisi secara lengkap dan sesuai dengan data yang telah dianalisis, maka dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat disusun secara komprehensif.

4. Analisis Komparatif

Setelah diperoleh hasil analisis biaya dan waktu dari kedua metode pelaksanaan tersebut, dilakukan komparasi untuk menentukan metode

pelaksanaan yang paling efisien dan efektif, baik dari sisi durasi maupun biaya pelaksanaan proyek. Metode analisis pareto dapat digunakan untuk membandingkan metode kerja yang paling efektif dan efisien. Analisis biaya proyek paling tinggi adalah tahap analisis pareto, yang memungkinkan re-engineering item tersebut. Hukum Pareto mengatakan bahwa 80% dari biaya total dikandung oleh 20% komponennya. Langkah-langkah dalam pengujian dalam hukum pareto antara lain:

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



3.1 Bagan Alur



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian

3.1 Jadwal Penelitian

Table 3.3 Jadwal Penelitian

No.	Nama Kegiatan	4	5	6	7	8	9
1.	Studi pendahuluan terkait permasalahan	✓	✓				
2.	Penyusunan proposal tesis		✓	✓			
3.	Melakukan perizinan dan penyampaian maksud dan tujuan penelitian				✓		
4.	Ujian Proposal				✓		
5.	Menyiapkan dan mematangkan rencana penelitian				✓	✓	
6.	Pengambilan data penelitian					✓	✓
7.	Pengolahan data dan analisis data						✓
8.	Penyusunan hasil dan pembahasan						✓
9.	Seminar hasil						✓

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Dalam penyusunan tugas akhir ini, tahap awal penelitian diawali dengan proses pengumpulan data proyek yang relevan dengan objek studi. Data yang dihimpun terdiri atas data primer dan data sekunder, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam proses analisis dan penyusunan pembahasan penelitian.

4.1.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek didapatkan dengan cara survey lapangan pada 15 Mei 2025. Adapun data umum dari proyek dari proyek penyambungan pipa gas ke pelanggan yakni, sebagai berikut:

- a.) Nama Proyek : Proyek Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang
- b.) Lokasi : kecamatan Semarang Tengah, Kecamatan Semarang Selatan
- c.) Panjang Pekerjaan : 1,97 Km
- d.) Nilai Kontrak : Rp 2.229.375.000,00,- (Dua Milyar Dua ratus Dua Puluh Sembilan Juta Tiga Ratus Tujuh Puluh Lima Ribu Rupiah)
- e.) Pemilik (*Owner*) : PT Perusahaan Gas Negara, Tbk
- f.) Kontraktor : PT PGAS Solution

Pada Proyek Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang menyambung distribusi gas dari jaringan pipa yang berlokasi di Jl. Mayjen Sutoyo. Pembangunan jaringan ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan gas RSUP DR. Kariadi.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek
(Sumber : PT PGAS Solution)

Selain data primer, penelitian ini juga didukung oleh data sekunder yang diperoleh melalui kunjungan langsung ke perusahaan kontraktor pelaksana proyek pada tanggal 15 Mei 2025. Kunjungan tersebut bertujuan untuk memperoleh dokumen dan informasi pendukung yang relevan sebagai bahan analisis dalam penyusunan penelitian antara lain :

1. *Data Engineering Design (DED)*

Dokumen *Layout Engineering Design Data (DED)* dalam penelitian ini mencakup berbagai gambar kerja yang menjadi acuan teknis pelaksanaan pembangunan jaringan perpipaan. Dokumen tersebut antara lain memuat tata letak jalur pipa, detail perencanaan metode *Horizontal Directional Drilling (HDD)*, detail perlintasan pipa, serta tipikal metode galian yang digunakan. Seluruh informasi tersebut berfungsi sebagai dasar dalam menganalisis kesesuaian metode pelaksanaan dengan kondisi lapangan.

2. *Data Engineering Estimate (EE)*

Untuk estimasi data engineering, dokumen RAB atau rencana anggaran biaya, yang terdiri dari berbagai item pekerjaan, dapat digunakan. Seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran 4.2 RAB Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang.

Berdasarkan lampiran 4.2 RAB Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang, 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 total. Sedangkan pada baris diisi sesuai item pekerjaan yang akan dibuat.
- d. Pengisian tabel yang sudah dibuat berdasarkan lampiran dokumen RAB proyek. Selanjutnya perlu memasukkan jumlah harga pekerjaan dan kolom uraian pekerjaan.
- e. Mengisi kolom Jumlah Harga Pekerjaan dengan mengetik rumus penjumlahan Excel untuk masing-masing pekerjaan. Misal, Anda harus menulis rumus Excel =SUM(H10:H22) untuk menghitung harga pekerjaan, lalu tekan enter

Tabel 4.1 Rekapitulasi RAB

		=SUM(number1; [number2]; ...)	
1		REKAPITULASI REKAPITULASI RAB	
2			
3	Nama Kegiatan:	PEKERJAAN PEMBIYARAN PIPA PEMALUKAN GAS DAN PIPA RSUP DR. KARIADI SEMARANG (LUSITUMHAT / ADHMENT)	
4	Uraian	BORIS	
5	Lokasi	Jl. Dr. Gubero No. 10, Denduman, Karas Semarang, Kabupaten Karas Semarang Jawa Tengah 5044	
6	Kontraktor	PT. HIAS SOLUTION	
7			
8	NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA (Rp.)
9			
10	1	PEMBUATAN MATERIAL PIPA	Rp. 81.774.277
11	2	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp. 80.787.036
12	3	PEKERJAAN BUNYIKAN	Rp. 39.237.479
13	4	PEKERJAAN MAMPAI BORING	Rp. 85.764.028
14	5	PEKERJAAN PEMADANGAN DAN PENYANDUNGAN PIPA	Rp. 67.522.051
15	6	PEKERJAAN PEMASANGAN CASING, MAMPAI TAPE & LUNCIH TUBA	Rp. 16.977.472
16	7	PEKERJAAN HDD	Rp. 87.882.843
17	8	PEKERJAAN MRO	Rp. 34.577.070
18	9	PEKERJAAN PERBAIKAN DAN PERAWATAN KEMBALI	Rp. 56.284.673
19	10	PEKERJAAN PENGGALIAN	Rp. 11.857.630
20	11	PEKERJAAN PELAPORAN (incl. Dokumentasi & As Built Drawing)	Rp. 25.072.850
21	12	PEKERJAAN COMMUNITY & PUSK	Rp. 6.429.422
22	13	PROTOKOL COVID 19	Rp. 4.433.883
23			
24			
25	A.	BIAYA POKOK	=SUM(H22)
26	B.	ASURANSI (2,5% x A)	Rp. 54.375.000
27	C.	SUM TOTAL (A + B)	Rp. 2.229.375.000
28			

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

- f. Pengisian pada kolom Pajak Pertambahan Nilai (Asuransi) sebesar $2,5\% \times$ jumlah_harga total pekerjaan. Dengan rumus excel yang ditulis =SUM(H25*2,5%) lalu tekan enter
- g. Pada kolom jumlah harga total pekerjaan yaitu dengan rumus excel yaitu ditulis =SUM(H25::H26) lalu tekan enter

Tabel 4.2 Rekapitulasi Anggaran Biaya Proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)		
1		
2		
3	Nama Kegiatan	PEKERJAAN PEMASANGAN PIPA PENYALUR GAS DAN MRS RSUP DR. KARIADI SEMARANG (CUSTOMER ATTACHMENT)
4	Jenis Area	GD III
5	Lokasi	Jl. Dr. Wahono No. 16, Randulanji, Kec. Semarang, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah 5044
6	Kontraktor	PT PGAS Solusi
7		
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA (Rp.)
8		
9		
10		
11	1. PENGADAAN MATERIAL PIPA	Rp. 301.774.307
12	2. PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp. 138.757.306
13	3. PEKERJAAN BONGKARAN	Rp. 16.907.479
14	4. PEKERJAAN MANJAL HUBUNG	Rp. 26.884.008
15	5. PEKERJAAN PEMASANGAN DAN PENYAMBUNGAN PIPA	Rp. 87.242.351
16	6. PEKERJAAN PEMASANGAN CASING, MARKER TAPE & CONCRETE	Rp. 15.071.472
17	7. PEKERJAAN HINDI	Rp. 167.850.643
18	8. PEKERJAAN MRS	Rp. 34.577.320
19	9. PEKERJAAN PERBAIKAN DAN PERHAPIAN KEMBALI	Rp. 98.884.879
20	10. PEKERJAAN PENGLIHAN	Rp. 11.850.510
21	11. PEKERJAAN PELAPORAN (Incl. Dokumentasi & As Built Drawing)	Rp. 25.071.954
22	12. PEKERJAAN COMMISSIONING & PSSR	Rp. 8.488.484
23	13. PROTOKOL COVID 19	Rp. 4.431.350
24		
25	DIAYA POKOK	Rp. 2.175.000.000
26	ASURANSI (2,5% x C)	Rp. 54.375.000
27	SUB TOTAL (C + D)	Rp. 2.229.375.000
28		

(Sumber : RAB Proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

3. Dokumen Metode Pelaksanaan

Data metode pelaksanaan yang menggambarkan penguasaan penyelesaian pekerjaan dari awal hingga akhir, termasuk tahapan dan urutan pekerjaan utama serta uraian dan cara kerja masing-masing jenis pekerjaan utama yang dapat dipertanggung jawabkan secara teknis, dapat ditemukan di Lampiran 4.3. Metode Kerja Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang.

4. Time Schedule Proyek

Kurva-S merupakan salah satu instrumen pengendalian proyek yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara waktu pelaksanaan dan akumulasi bobot pekerjaan dalam bentuk grafik kumulatif. Melalui kurva ini, perkembangan progres pekerjaan dapat dipantau secara periodik sehingga memudahkan evaluasi terhadap pencapaian jadwal yang telah

direncanakan. Selain berfungsi sebagai alat monitoring, Kurva-S juga digunakan untuk mengidentifikasi deviasi antara rencana dan realisasi pelaksanaan proyek.

4.2 Analisis Re-Engineering

Pembahasan dalam penelitian ini disusun berdasarkan empat tahapan utama dalam proses *re-engineering*, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi. Keempat tahapan tersebut dilakukan secara sistematis untuk memastikan bahwa setiap alternatif metode yang diusulkan melalui proses evaluasi yang terukur dan rasional.

4.2.1 Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan fase awal dalam proses *re-engineering* yang berorientasi pada pengumpulan dan identifikasi data yang relevan dengan objek penelitian. Pada tahap ini dilakukan penelusuran berbagai informasi teknis, administratif, dan operasional yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek sebagai dasar untuk analisis pada tahap berikutnya.

a. *Breakdown Cost Model*

Dalam melakukan penelitian menggunakan metode *breakdown cost model* untuk mengidentifikasi pekerjaan. Pada Proyek Pekerjaan Pemasangan Pipa Penyalur Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang, Breakdown Cost Model digunakan untuk mengurutkan item pekerjaan dari yang terbesar ke yang terkecil dengan persentase masing-masing item pekerjaan.

Dari hasil Rekapitulasi dari tabel biaya proyek 4.1 diatas kemudian dilakukan analisis kemudian dilakukan metode *breakdown cost model* dan grafik pareto sebagai berikut:

- Mengurutkan item pekerjaan dari yang terbesar hingga yang terkecil dengan menunjukkan jumlah harga dan persentase bobot pekerjaan masing-masing. Kemudian, gunakan rumus Excel berikut untuk menghitung persentase uraian pekerjaan: $\text{harga pekerjaan} = \text{harga pekerjaan} / \text{jumlah harga pekerjaan}$.
- Menghitung harga komulatif pekerjaan dengan mentotalkan harga uraian yang dihitung dengan harga uraian sebelumnya. Harga

komulatif pekerjaan = Rp komulatif baris sebelumnya + Rp harga pekerjaan dengan rumus Excel.

- Menghitung persentase komulatif dari masing-masing item pekerjaan. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus Excel berikut: persentase komulatif dari baris sebelumnya ditambah persentase dari harga pekerjaan.

Tabel 4.3 Breakdown Cost Model Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang

NO	NAMA PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA	PERSENTASE	KOMULATIF
1	PENGADAAN MATERIAL PIPA	Rp 811.774.307	37,32%	37,32%
2	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 519.757.306	23,90%	61,22%
3	PEKERJAAN BONGKARAN	Rp 16.507.479	0,76%	61,98%
4	PEKERJAAN MANUAL BORING	Rp 358.364.028	16,48%	78,46%
5	PEKERJAAN PEMASANGAN DAN PENYAMBUNGAN PIPA	Rp 87.242.351	4,01%	82,47%
6	PEKERJAAN PEMASANGAN CASING, MARKER TAPE & CONCRETE SLAB	Rp 15.071.412	0,69%	83,16%
7	PEKERJAAN HDD	Rp 187.882.643	8,64%	91,80%
8	PEKERJAAN MRS	Rp 34.577.320	1,59%	93,39%
9	PEKERJAAN PERBAIKAN DAN PERAPIAN KEMBALI	Rp 96.664.613	4,44%	97,83%
10	PEKERJAAN PEMBERSIHAN & PENGUJIAN	Rp 11.165.630	0,51%	98,35%
11	PEKERJAAN PELAPORAN (Incl. Dokumentasi & As Built Drawing)	Rp 25.073.554	1,15%	99,50%
12	PEKERJAAN COMMISSIONING & PSSR	Rp 6.485.464	0,30%	99,80%
13	PROTOKOL COVID 19	Rp 4.433.893	0,20%	100,00%
TOTAL		Rp 2.175.000.000		

(Sumber : Analisis Peneliti)

Berdasarkan tabel 4.3 hasil dari *Breakdown Cost Model* Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang didapatkan pekerjaan sebagai berikut:

- a) Pengadaan Material
- b) Pekerjaan Persiapan
- c) Pekerjaan Bongkaran
- d) Pekerjaan Manual Boring
- e) Pekerjaan Pemasangan dan Penyambungan Pipa
- f) Pekerjaan Pemasangan Casing, Marker Type & Concrete Slab
- g) Pekerjaan HDD
- h) Pekerjaan MRS
- i) Pekerjaan Perbaikan dan Perapian Kembali
- j) Pekerjaan Pembersihan dan Pengujian

- k) Pekerjaan Pelaporan (Incl. Dokumentasi & As Built Drawing)
- l) Pekerjaan Commissioning & PSSR
- m) Protokol Covid 19

Menurut hasil analisis breakdown, penggunaan *re-engineering* dalam penelitian ini akan difokuskan pada pemasangan pipa, boring horizontal manual, boring dengan HDD. berdasarkan item pekerjaan yang ditunjukkan dalam lampiran 4.3. Untuk Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang menggunakan pipa Medium Density Polyethylene (MDPE) dengan diameter 90 mm.

b. Analisis Fungsi

Peneliti dalam penelitian *re-engineering* kali ini akan berkonsentrasi pada metode pemasangan pipa, seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran 4.3. Metode Kerja Pekerjaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang. Ada tiga metode berbeda, yaitu *Open Cut*, Boring Horizontal Manual, dan *Horizontal Directional Drilling* (HDD). Terdapat perbedaan dan persamaan diantaranya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 Checklist Metode Pelaksanaan Pipa

No	Metode Pelaksanaan	<i>Open Cut</i>	Boring Horizontal Manual	HDD
1.	Pengadaan Pipa MDPE	√	√	√
2.	Angkutan/langsiran Pipa	√	√	√
3.	Pit Boring		√	√
4.	Mobilisasi Alat		√	√
5.	Pemasangan Pipa	√	√	√
6.	Galian Tanah	√	√	
7.	Buangan Tanah	√	√	
8.	Urugan Sirtu Dipadatkan	√		

9.	Urugan Kerikil	√		
10.	Tes Tekanan Pipa	√	√	√
11.	Pencucian Pipa	√	√	√
13.	Pengadaan dan Pemasangan Aksesoris Pipa	√	√	√

(Sumber : Analisis Peneliti)

Berdasarkan Tabel 4.4, terdapat perbedaan karakteristik pelaksanaan antara metode *open cut*, *boring horizontal manual*, dan *Horizontal Directional Drilling* (HDD), terutama pada aspek teknis pelaksanaan dan kebutuhan sumber daya. Meskipun demikian, ketiga metode tersebut memiliki kesamaan dalam penggunaan material utama, yaitu pipa MDPE sebagai media penyalur gas.

4.2.2 Tahap Kreatif

Setelah mengetahui proses selanjutnya memasuki tahap kreatif. Pada tahap ini dilakukan perumusan dan pengembangan berbagai alternatif metode sebagai pengganti atau penyempurnaan desain awal, dengan mempertimbangkan aspek teknis, biaya, serta efisiensi waktu pelaksanaan. Beberapa alternatif metode pekerjaan pemasangan pipa :

- a. Eksisting Metode *Open Cut*
- b. Alternatif I (Metode *Open Cut* → Metode Boring Horizontal Manual)
- c. Alternatif II (Metode *Open Cut* → Metode *Horizontal Directional Drilling*)

Beberapa faktor yang dijadikan pertimbangan dalam memberikan alternatif untuk metode pemasangan pipa adalah :

- a) Biaya
- b) Waktu

4.2.3 Tahap Analisa

Tahap analisis merupakan fase evaluatif yang bertujuan untuk menilai kelayakan alternatif metode yang telah dirumuskan pada tahap kreatif. Hal yang akan dilakukan pada tahap analisa adalah sebagai berikut:

- 1) Metode pemasangan pipa
- 2) Waktu
- 3) Volume Pekerjaan
- 4) Biaya
- 5) Komparasi Biaya dan Waktu
- 6) Efisiensi Biaya Terhadap Efektifitas Waktu

1. Metode pemasangan pipa

Berdasarkan pada dokumen lampiran 4.3 Metode Kerja Pekerjaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang dapat diketahui langkah dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan pipa *open cut*, boring horizontal manual, *Horizontal Directional Drilling* (HDD).

a. Metode *Open Cut*

Pada Pada lingkup proyek ini, metode pemasangan pipa yang digunakan adalah metode *open cut*, yaitu teknik galian terbuka yang memungkinkan pemasangan pipa dilakukan secara langsung pada jalur yang telah direncanakan. Proses galian dilaksanakan secara mekanis menggunakan excavator maupun secara manual dengan tenaga kerja dan peralatan sederhana, menyesuaikan dengan kondisi lapangan serta ruang kerja yang tersedia.

Galian dilakukan pada badan jalan atau bahu jalan sesuai dengan dimensi desain yang telah ditetapkan dalam dokumen perencanaan. Ruang lingkup pekerjaan mencakup seluruh jenis material tanah yang dijumpai, termasuk tanah biasa, batuan, struktur eksisting, maupun lapisan perkerasan aspal.

Pelaksanaan galian mekanis memerlukan ketelitian tinggi mengingat keberadaan utilitas bawah tanah seperti kabel optik, pipa PDAM, dan infrastruktur lainnya. Oleh karena itu, pemasangan sistem proteksi galian menjadi bagian penting dalam pekerjaan ini untuk mencegah terjadinya longsor, terutama pada kondisi tanah yang labil atau saat curah hujan tinggi. Proteksi tersebut berfungsi menjaga stabilitas dinding galian, melindungi infrastruktur di sekitar lokasi pekerjaan, serta menjamin keselamatan tenaga kerja.

Agar pemasangan pipa dapat berlangsung secara efektif dan efisien, seluruh tahapan pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan gambar kerja, spesifikasi teknis, serta ketentuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) yang berlaku.



Gambar 4.2 Metode *Open Cut*

(Sumber : Boringan.com)

b. Boring Horizontal Manual

Boring horizontal manual dalam penelitian ini merujuk pada metode pembuatan lintasan utilitas bawah tanah secara mendatar dengan memanfaatkan tenaga manusia dan peralatan sederhana, tanpa penggunaan sistem casing. Metode ini di lapangan sering dikenal dengan istilah “katrek” atau “bor rojok”. Teknik tersebut digunakan

untuk pemasangan pipa pada area *crossing* tanpa perlu melakukan pembongkaran permukaan secara terbuka.

Pelaksanaan metode ini diawali dengan pembuatan lubang kerja (*pit*) sebagai titik awal dan titik akhir pengeboran. Pada satu jalur *crossing*, umumnya dibutuhkan minimal dua pit, yaitu *enter pit* sebagai titik masuk pipa dan *exit pit* sebagai titik keluaran. Apabila panjang lintasan cukup signifikan, dapat dibuat pit tambahan di antara keduanya yang berfungsi sebagai pit antara (*estafet*). Penggalian pit dilakukan secara manual atau dengan bantuan alat mekanis sesuai kondisi lapangan.

Proses pengeboran dimulai dengan pemasangan mata bor berdiameter awal pada batang pipa baja yang disusun secara bertahap. Pengeboran dilakukan secara horizontal pada kedalaman yang telah ditentukan, dengan gerakan dorong dan tarik hingga mencapai pit tujuan. Apabila panjang lintasan bertambah, batang pipa disambung secara berurutan hingga menembus titik akhir.

Setelah jalur tembus terbentuk, tahap berikutnya adalah pembesaran diameter lubang melalui proses *reaming*. Tahap ini bertujuan menyesuaikan ukuran lubang dengan diameter pipa yang akan dipasang. Untuk mempermudah proses tersebut, air dialirkan ke dalam lubang pengeboran guna mengurangi gesekan dan membantu pengeluaran material tanah. Genangan air yang terbentuk selama proses berlangsung dikendalikan menggunakan pompa agar kondisi kerja tetap stabil.

Pipa MDPE yang telah dirangkai kemudian dimasukkan melalui *enter pit* dan didorong secara bertahap menuju *exit pit* dengan bantuan tenaga kerja serta alat bantu mekanis seperti *chain block*. Proses ini dilakukan secara hati-hati untuk memastikan posisi pipa sesuai dengan elevasi dan trase yang direncanakan.

Setelah pipa terpasang dengan baik, pit ditimbun kembali menggunakan material urugan yang sesuai spesifikasi, seperti sirtu, dan dipadatkan secara bertahap menggunakan alat pemadat. Tahapan penimbunan dan pemadatan dilakukan hingga mencapai kepadatan dan elevasi akhir sesuai dengan ketentuan teknis proyek.



Gambar 4.3 Metode Boring Horizontal Manual
(Sumber : PT PGAS Solution)

c. *Horizontal Directional Drilling (HDD)*

Pekerjaan Metode boring diterapkan pada kondisi lapangan tertentu yang dinilai lebih efektif dibandingkan metode galian terbuka (*open cut*). Pemilihan metode ini umumnya didasarkan pada pertimbangan teknis, keselamatan, serta dampaknya terhadap aktivitas di sekitar lokasi pekerjaan.

Salah satu kondisi yang memerlukan metode boring adalah pekerjaan perlintasan (*crossing*) jalan dengan tingkat lalu lintas tinggi. Pada situasi tersebut, pelaksanaan galian terbuka berpotensi menimbulkan gangguan signifikan terhadap arus kendaraan dan keselamatan pengguna jalan. Demikian pula pada perlintasan rel kereta api, di mana struktur jalur tidak memungkinkan untuk dibongkar atau dialihkan karena merupakan prasarana tetap yang beroperasi secara kontinu.

Metode boring juga lebih sesuai diterapkan pada jalur pipa yang melintasi jalan nasional, mengingat fungsinya sebagai penghubung utama antarwilayah yang memiliki intensitas lalu lintas tinggi. Selain itu, kondisi lain yang mendorong penggunaan metode ini antara lain keberadaan saluran drainase melintang, utilitas eksisting yang menghalangi trase pipa, keterbatasan ruang pada kawasan permukiman padat, serta hambatan fisik lainnya yang menyulitkan pelaksanaan galian terbuka.

Dalam praktiknya, pekerjaan boring dapat dilakukan menggunakan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD), yaitu teknik pengeboran terarah dengan peralatan mekanis yang memungkinkan pemasangan pipa bawah tanah secara presisi tanpa membuka permukaan secara luas.



Gambar 4.4 Metode *Horizontal Directional Drilling*
(Sumber : PT PGAS Solution)

2. Waktu

Waktu pelaksanaan pekerjaan pada proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang ini dapat dilihat melalui *Time Schedule* kurva S, yaitu pada lampiran 4.5. Jadwal pelaksanaan pekerjaan proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang. Melalui penyusunan Kurva-S, durasi masing-masing pekerjaan dapat diidentifikasi berdasarkan hubungan antara volume pekerjaan dan tingkat produktivitas tenaga kerja sebagaimana dirumuskan pada Persamaan (2.2). Selanjutnya, bobot pekerjaan dihitung menggunakan persamaan yang tercantum pada Persamaan (2.3), yang menggambarkan proporsi kontribusi tiap item terhadap total nilai proyek. Setelah nilai durasi dan bobot pekerjaan diperoleh, jadwal pelaksanaan dalam bentuk Kurva-S disusun untuk menggambarkan akumulasi progres pekerjaan terhadap waktu. Penyusunan jadwal tersebut dilakukan dengan bantuan perangkat lunak pengolah angka sebagaimana telah dijelaskan pada Subbab 3.7. Bobot dan durasi yang dibutuhkan pada masing – masing metode pemasangan pipa pada proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5. Rekapitulasi Durasi Pekerjaan sesuai eksisting

No	Metode Pelaksanaan	<i>Open Cut</i> (Hari)	Boring Horizontal Manual (Hari)	HDD (Hari)
1.	Pengadaan Pipa MDPE	1	1	1
2.	Angkutan/langsiran Pipa	2	2	2
3.	Pit Boring	-	4	1
4.	Mobilisasi Alat	-	1	1
5.	Pemasangan Pipa	2	4	1
6.	Galian Tanah	20	7	-
7.	Buangan Tanah	2	1	-

8.	Urugan Sirtu Dipadatkan	2	2	-
9.	Urugan Kerikil	2	-	-
10.	Tes Tekanan Pipa	1	1	1
11.	Pembersihan Pipa	1	2	1
13.	Pengadaan dan Pemasangan Aksesoris Pipa	1	2	1
	Total	34	27	9

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

a) Alternatif I

Analisis waktu dilakukan dengan membandingkan durasi pekerjaan di lokasi yang awalnya menggunakan metode *Open Cut*, kemudian dialihkan ke metode alternatif *Boring Horizontal Manual*.

- Volume dapat dilihat pada Lampiran 4.3 RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang.
- Produktivitas ditentukan berdasarkan wawancara yang dilakukan penulis selama survei lapangan pada 15 Mei 2025, dengan Bapak Sutadi selaku pelaksana utama proyek.

Produktivitas pekerjaan *Open Cut* tercatat 5,14 m/hari, sehingga rata-rata per jamnya 0,637 m. Sementara, untuk pekerjaan *Boring Horizontal Manual*, produktivitas harian mencapai 61 m, atau sekitar 2,54 m/jam.

m/jam.

Contoh perhitungan durasi pekerjaan *Open Cut* :

$$\text{Volume} = 144 \text{ m}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{144}{5,14} = 28,01 \text{ hari} = 4 \text{ minggu}$$

Tabel 4.6. Rekapitulasi Perbandingan *Open Cut* dengan Boring Horizontal Manual

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	
1.	Pekerjaan Open Cut	28 Hari	4 Minggu
2.	Pekerjaan Manual Boring Horizontal	3 Hari	1 Minggu
Selisih		25 Hari	3 Minggu

(Sumber : Analisis Peneliti)

Berdasarkan Tabel 4.6, pekerjaan dengan metode Open Cut memerlukan durasi lebih lama dibandingkan metode Boring Horizontal manual.

b) Alternatif II

Analisis waktu pada alternatif kedua dilakukan dengan menghitung durasi pekerjaan di lokasi yang awalnya menggunakan metode Open Cut, kemudian dialihkan ke metode Horizontal Directional Drilling (HDD).

- Volume dapat dilihat pada Lampiran 4.3 RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang.
- Produktivitas ditentukan berdasarkan wawancara yang dilakukan penulis selama survei lapangan pada 15 Mei 2025, dengan Bapak Sutadi selaku pelaksana utama proyek.

Produktivitas pekerjaan Open Cut tercatat 5,14 m per hari, atau sekitar 0,637 m per jam. Sebaliknya, pekerjaan HDD memiliki produktivitas 90 m per hari, setara dengan 3,75 m per jam.

Contoh perhitungan durasi pekerjaan *Open Cut* :

$$\text{Volume} = 144 \text{ m}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{144}{5,14} = 28,01 \text{ hari} = 4 \text{ minggu}$$

Tabel 4.7. Rekapitulasi Perbandingan *Open Cut* dengan Boring Horizontal Manual

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	
1.	Pekerjaan Open Cut	28 Hari	4 Minggu
2.	HDD	1,5 Hari	1 Minggu
Selisih		26,5 Hari	3 Minggu

(Sumber : Analisis Peneliti)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.7, metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) menunjukkan durasi pelaksanaan yang lebih singkat dibandingkan metode *open cut*.

3. Volume Pekerjaan

Volume pelaksanaan pekerjaan pipa dirangkum dalam tabel sebagai berikut:

a. *Open Cut*

Data pada Lampiran 4.3 yang memuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek penyaluran pipa gas dan MRS RSUP Dr. Kariadi Semarang menunjukkan rincian panjang jaringan pipa yang dilaksanakan dengan metode *open cut* pada masing-masing variasi diameter sebagai berikut :

Tabel 4.8. Volume Pekerjaan *Open Cut*

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Pemasangan Pipa MDPE 90 mm	144	m'
	Total Panjang	144	m'

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Pada Tabel 4.8 volume pekerjaan *open cut* dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode *open cut* yaitu 144 meter.

b. Boring Horizontal Manual

Data pada Lampiran 4.3 yang memuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek penyaluran pipa gas dan MRS RSUP Dr. Kariadi Semarang menunjukkan rincian panjang jaringan pipa yang dilaksanakan dengan metode Boring Horizontal Manual pada masing-masing variasi diameter sebagai berikut :

Tabel 4.9. Volume Pekerjaan Boring Horizontal Manual

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Boring Horizontal Manual MDPE 90 mm	1.728	m'
	Total Panjang	1.728	m'

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Pada Tabel 4.9 Volume pekerjaan boring horizontal manual dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode Boring Horizontal Manual yaitu 1.728 meter.

c. *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

Pada pada Lampiran 4.3 yang memuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek penyaluran pipa gas dan MRS RSUP Dr. Kariadi Semarang menunjukkan rincian panjang jaringan pipa yang dilaksanakan dengan metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) pada masing-masing variasi diameter sebagai berikut :

Tabel 4.10. Volume Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	HDD Pipa MDPE 90 mm	84	m'
	Total Panjang	84	m'

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Pada Tabel 4.10 Volume pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* (HDD) dapat diketahui total panjang jaringan untuk pekerjaan dengan metode Boring Horizontal Manual yaitu 84 meter.

4. Biaya

a. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Dari hasil lampiran 4.3 RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang, Analisa Harga Satuan untuk Pekerjaan pada proyek tersebut sebagai berikut:

1. Analisa harga satuan *Open Cut* (galian manual)

Tabel 4.11. Analisa Harga Satuan Bongkaran dan Galian Pipa MDPE 90 mm

Nu	Ukuran	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerjaan Bongkaran Lapisan Hotmix Pipa PE 90mm	m	0,69	Rp 104.541	Rp 72.875
2	Pekerjaan Bongkaran Lapisan Tanah Pipa PE 90mm	m	0,083	Rp 51956	Rp 4.321
3	Pekerjaan Bongkaran Lapisan Rabal Beton Pipa PE 90mm	m	0,014	Rp 40.735	Rp 567
4	Pekerjaan Bongkaran Lapisan Pav Block Pipa PE 90mm	m	0,069	Rp 59.674	Rp 4.137
5	Pekerjaan Bongkaran Taman Pipa PE 90mm	m	0,014	Rp 48.211	Rp 670
6	Pekerjaan Peninjauan Pipa	m	0,07	Rp 1.052	Rp 76
7	Pekerjaan Penurunan Pipa	m	0,07	Rp 8.720	Rp 637
8	Pekerjaan Perbaikan Lapisan Hotmix Pipa PE 90mm	m	0,33	Rp 613.736	Rp 202.553
9	Pekerjaan Perbaikan Lapisan Tanah Pipa PE 90mm (taman)	m	0,014	Rp 170.057	Rp 2.352
10	Pekerjaan Perbaikan Lapisan Rabal Beton Pipa PE 90mm	m	0,014	Rp 754.612	Rp 2.150
11	Pekerjaan Perbaikan Lapisan Pav Block Pipa PE 90mm	m	0,069	Rp 276.356	Rp 19.191
12	Pekerjaan Ujungan Tanah Pipa PE 90mm	m	0,003	Rp 135.040	Rp 71.320
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					Rp 291.692
B	BAHAN				
1	Dinding Penahan Galian Tinggi 15-175 M	m	1,00	Rp 176.529	Rp 176.528,58
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp 160.481
C	PERALATAN				
1					-
2					-
3					-
4					-
5					-
JUMLAH HARGA ALAT					-
D	Jumlah (A+B+C)				452.172,58
E	Overhead & Profit				10% x D
					45.217,26
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 497.389

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari hasil Tabel 4.11 analisa harga satuan untuk Bongkaran dan Galian MDPE 90 mm, memiliki harga satuan sejumlah Rp. 497.389/m³.

2. Analisa harga satuan boring horizontal manual

Tabel 4.12. Analisa Harga Satuan Boring Horizontal Manual

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerjaan Pembuatan Lubang Kerja (Tanah Keras)	m	0,022	Rp. 20.847	Rp. 1.537
2	Pekerjaan Manual Boring Tanah Keras Habis Diameter 8"	m	0,020	Rp. 267.041	Rp. 5.341
3	Pekerjaan Doring Rodi Pipa PE Dia. 90 mm	m	3,00	Rp. 19.352	Rp. 58.057
4	Pekerjaan Penajaran Pipa	m	3,00	Rp. 1.352	Rp. 4.056
5	Pekerjaan Penurunan Pipa	m	3,00	Rp. 6.720	Rp. 20.160
6	Pekerjaan Pemasangan Pipa PE Diameter 90 mm x 100 mm	m	3,00	Rp. 76.333	Rp. 228.999
7	Pekerjaan Pelebaran Lapisan Pav. Blok Paved PE 50mm	m	3,07	Rp. 276.336	Rp. 848.333
8	Pekerjaan Ujangan Tanah Pipa PE 90mm	m	0,08	Rp. 36.840	Rp. 2.947
9	Pekerjaan Bongkaran Lapisan Pav. Rodi Pipa PE 90mm	m	0,07	Rp. 68.574	Rp. 4.799
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					Rp. 204.144
B	BAHAN				
1	Sinding Pemasahan Galvan Tindal 2,75 - 2,5 M	m	0,520	Rp. 96.520	Rp. 50.200
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp. 50.200
C	PERALATAN				
1					-
JUMLAH HARGA ALAT					-
D	Jumlah (A+B+C)				209.733,90
E	Diskon & Profit		10% x D		20.973,40
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp. 318.707

(Sumber : RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari hasil Tabel 4.12 analisa harga satuan untuk boring horizontal manual MDPE 90 mm memiliki harga satuan Rp. 318.707 / m³.

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

Tabel 4.13 Analisa harga satuan *Horizontal Directional Drilling*

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerjaan HDD Pipa PE 90mm	m	1,00	Rp 2.205.896	Fp 2.205.896
2	Pekerjaan Penjajaran Pipa	m	0,043	Rp 1.052	Fp 45
3	Pekerjaan Penurunan Pipa	m	0,043	Rp 8.720	Fp 372
4					Fp -
JUMLAH HARGA TENAGA KERJA					Rp 2.005.730
B	BAHAN				
1					-
JUMLAH HARGA BAHAN					-
C	PERALATAN				
1					-
JUMLAH HARGA ALAT					-
D	Jumlah (A+B+C)				2.005.730,43
E	Overhead & Profit			10% x D	200.573,04
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				Rp 2.206.303

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari hasil Tabel 4.13 analisa harga satuan untuk *Horizontal Directional Drilling* (HDD) MDPE 90 mm memiliki harga satuan Rp. 2.206.303 / m'.

b. Rekapitulasi Harga Sesuai Eksisting

1. Pekerjaan *Open Cut* (galian manual)

Dari hasil lampiran 4.3 RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang, pekerjaan *open cut* terdiri atas bongkaran dan galian. Jumlah harga untuk pekerjaan metode *open cut* dapat dihitung dengan rumus persamaan pada persamaan 2.1.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{Open Cut pipa MDPE 90 mm} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\
 &= 144 \times 497.389 \\
 &= \text{Rp. } 71.624.016
 \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Rekapitulasi Harga Pekerjaan *Open Cut*

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan <i>Open Cut</i> Pipa 90 mm	144	m'	Rp 497.389	Rp 71.624.016
Total					Rp 71.624.016

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari tabel 4.15 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan eksisting dengan metode *open cut* untuk pipa diameter 90 mm yaitu sebesar Rp. 71.624.016,00.

2. Pekerjaan Boring Horizontal Manual

Total biaya pekerjaan *boring horizontal manual* diperoleh melalui perhitungan menggunakan formulasi yang telah dijelaskan pada Persamaan 2.1.

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Boring Horizontal pipa MDPE 90 mm} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 1728 \times 318.707 \\ &= \text{Rp. } 550.725.696 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Boring Horizontal Manual

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Boring Horizontal Manual Pipa 90 mm	1728	m'	Rp 318.707	Rp 550.725.696
Total					Rp 550.725.696

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari tabel 4.16 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan eksisting dengan metode boring horizontal manual untuk pipa diameter 90 mm yaitu sebesar Rp. 550.725.696,00.

3. Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling* (HDD)

Total biaya pekerjaan *boring horizontal manual* diperoleh melalui perhitungan menggunakan formulasi yang telah dijelaskan pada Persamaan 2.1.

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Boring Horizontal pipa MDPE 90 mm} &= \text{Volume} \times \text{Harga Satuan} \\ &= 84 \times 2.205.886 \\ &= \text{Rp. } 185.297.457 \end{aligned}$$

Tabel 4.17. Rekapitulasi Harga Pekerjaan *Horizontal Directional Drilling*

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan HDD Pipa 90 mm	84	m'	Rp 2.205.886	Rp 185.294.457
Total					Rp 185.294.457

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Dari tabel 4.17 dapat diketahui bahwa total harga untuk pekerjaan eksisting dengan metode HDD untuk pipa diameter 90 mm yaitu sebesar Rp. 185.294.457,00.

c. Rekapitulasi Harga dengan Metode Alternatif

1. Alternatif I (Metode *Open Cut* menjadi Boring Horizontal Manual)

Pada Jl. Kyai Saleh dimana terdapat segmen lokasi yang menggunakan metode kerja pekerjaan awal (eksisting) *Open Cut*, sedangkan metode alternatif pertama yang digunakan yaitu Boring horizontal manual.

Tabel 4.18. Rekapitulasi Biaya Alternatif I

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Boring Horizontal Manual Pipa 90 mm	144	m'	Rp 318.707	Rp 45.893.808
Total					Rp 45.893.808

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Berdasarkan Tabel 4.18 Rekapitulasi Biaya Alternatif I, biaya yang dibutuhkan pada alternatif I sebesar Rp45.893.808,00. Sementara itu, biaya pada kondisi eksisting sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.14 mencapai Rp71.624.016,00.

2. Alternatif II (Metode *Open Cut* menjadi HDD)

Pada segmen yang sama dimana segmen lokasi yang menggunakan metode kerja pekerjaan awal (eksisting) *Open Cut*, sedangkan metode alternatif ke-dua yang digunakan yaitu *Horizontal Directional Drilling* atau (HDD).

Tabel 4.19 Rekapitulasi Biaya Alternatif II

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan HDD Pipa 90 mm	144	m'	Rp 2.206.303	Rp 317.707.632
Total					Rp 317.707.632

(Sumber: RAB Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Berdasarkan Tabel 4.19 Rekapitulasi Biaya Alternatif II, biaya yang dibutuhkan untuk alternatif II yaitu Rp. 317.707.632,00. Sementara itu biaya pada kondisi eksisting sebagaimana tercantum dalam pada Tabel 4.14 diatas yaitu Rp. 71.624.016,00.

5. Komparasi Biaya dan Waktu

a) Alternatif I

Perbandingan dilakukan terhadap biaya dan durasi pekerjaan antara metode eksisting Open Cut dan alternatif I, yaitu Manual Boring Horizontal.

Tabel 4.20. Rekapitulasi Perbandingan *Open Cut* dengan Manual Boring Horizontal.

No	Metode	Biaya	Selisih	Persentase	Durasi	Selisih	Persentase
1	<i>Open Cut</i>	Rp 71.624.016	Rp 25.730.208	35,92%	90	17	18,89%
2	Boring Horizontal Manual	Rp 45.893.808			73		

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Berdasarkan Tabel 4.20, metode eksisting Open Cut memiliki durasi lebih lama serta biaya lebih tinggi dibandingkan metode alternatif Boring Horizontal Manual.

b) Alternatif II

Perbandingan dilakukan terhadap biaya dan durasi pekerjaan antara metode eksisting Open Cut dan alternatif II, yaitu Horizontal Directional Drilling (HDD).

Tabel 4.21. Rekapitulasi Perbandingan *Open Cut* dengan HDD.

No	Metode	Biaya	Selisih	Persentase	Durasi	Selisih	Persentase
1	<i>Open Cut</i>	Rp 71.624.016	-Rp 246.083.616	-343%	90	18	20,00%
2	HDD	Rp 317.707.632			72		

(Sumber : Jadwal Pelaksanaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang)

Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 4.21, metode rencana awal (eksisting) yaitu *open cut* memiliki durasi pelaksanaan yang relatif lebih panjang. Namun demikian, dari sisi biaya, metode ini menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah dibandingkan alternatif lainnya. Selisih biaya yang terjadi pada metode alternatif mencapai peningkatan sebesar 343% atau lebih dari tiga kali lipat terhadap metode eksisting, sehingga dari perspektif anggaran kondisi tersebut dapat dikategorikan kurang efisien.

6. Efisiensi Biaya Terhadap Efektivitas Waktu

Berdasarkan grafik *bar chart* durasi pelaksanaan, penerapan metode alternatif menunjukkan adanya peningkatan efektivitas waktu pada proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP Dr. Kariadi Semarang. Percepatan durasi tersebut berpotensi menekan komponen biaya tertentu, khususnya biaya yang berkaitan dengan lamanya waktu pelaksanaan proyek. Macam – macam biaya tersebut antara lain :

- a. Biaya pekerjaan yang pelaksanaannya berlangsung sejak awal hingga akhir proyek umumnya mengikuti keseluruhan rangkaian aktivitas pekerjaan lainnya. Contohnya adalah item pekerjaan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK), yang keberlangsungannya tidak terpisah dari durasi total proyek.

- b. Gaji atau honorarium bulanan staf dan karyawan.
- c. Biaya operasional umum dan perkantoran, seperti pengeluaran untuk kebutuhan sosial, air, dan listrik.

Rinciian biaya diatas untuk pelaksanaan pekerjaan proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4.22. Daftar biaya tidak langsung

No.	Uraian	Anggaran Biaya/Bulan	Anggaran Biaya awal 90 hari
1.	Gaji Staff/Karyawan	Rp 43.000.000	Rp 129.000.000
2.	Operasional Umum dan Kantor	Rp 22.000.000	Rp 49.500.000
Total		Rp 65.000.000	Rp 178.500.000

(Sumber : Analisis Peneliti)

Diketahui bahwa biaya eksisting yang harus dikeluarkan terkait gaji staff/ karyawan, biaya operasional umum dan kantor seperti biaya sosial, air, dan listrik mencapai Rp. 65.000.000/bulan. Jika dihitung rata – rata biaya yang harus dikeluarkan sejumlah Rp. 1.984.000. Sedangkan waktu pekerjaan Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang pada kondisi eksisting yaitu selama 90 hari. Jadi secara keseluruhan biaya yang dikeluarkan selama 90 hari yaitu Rp. 178.500.000.

Tabel 4.23. Efisiensi Biaya Terhadap Efektifitas Waktu Pada Alternatif I

No	Uraian	Anggaran Biaya/Hari	Durasi		Jumlah
			Eksisting (Hari)	Alternatif (Hari)	
	a	b	c	d	$g=(c/b)*d$
1	Gaji Staff/Karyawan	Rp 129.000.000	90	73	Rp 104.633.333
2	Operasional Umum dan Kantor	Rp 49.500.000	90	73	Rp 40.150.000
Total		Rp 178.500.000			Rp 144.783.333
Total Biaya Efisiensi					Rp 33.716.667

(Sumber : Analisis Peneliti)

Pada Tabel 4.23 Efisiensi Biaya terhadap alternatif I memberikan gambaran yang jelas mengenai perbandingan antara anggaran biaya eksisting dan alternatif dalam konteks pengelolaan proyek. Pada table ini, terdapat dua kategori biaya yang dianalisis: gaji pegawai dan operasional umum kantor. Gaji pegawai mencatatkan anggaran biaya eksisting sebesar Rp. 129.000.000 dengan durasi 90 hari, sementara alternatif menunjukkan durasi waktu yang lebih efisien yaitu 73 hari, menghasilkan efisiensi biaya sebesar Rp. 104.633.333. hal serupa juga terlihat pada operasional umum kantor, dimana anggaran eksisting sebesar Rp. 49.500.000 dengan durasi waktu yang sama berhasil disempurnakan menjadi 40.783.333 dengan metode alternatif I.

Secara keseluruhan total anggaran biaya eksisting mencapai Rp. 178.500.000, sedangkan total biaya alternatif mencapai Rp. 144.783.333. Selisih antara keduanya mencerminkan efisiensi biaya yang signifikan, yaitu sebesar Rp. 33.176.667. Temuan ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan alternatif tertentu, perusahaan dapat mengurangi biaya sambil tetap mempertahankan efisiensi waktu, yang pada gilirannya dapat meningkatkan profit dan keberlanjutan proyek. Analisis semacam ini penting untuk mendukung

Tabel 4.24. Efisiensi Biaya Terhadap Efektifitas Waktu Pada Alternatif II

No	Uraian	Anggaran Biaya/Hari	Durasi		Jumlah
			Eksisting	Alternatif	
	a	b	(Hari)	(Hari)	$g=(c/b)*d$
1	Gaji Staff/Karyawan	Rp 129.000.000	90	72	Rp 103.200.000
2	Operasional Umum dan Kantor	Rp 49.500.000	90	72	Rp 39.600.000
	Total	Rp 178.500.000			Rp 142.800.000
	Total Biaya Efisiensi				Rp 35.700.000

(Sumber : Analisis Peneliti)

Pada Tabel 4.24. Efisiensi Biaya terhadap alternatif II memberikan gambaran yang jelas mengenai perbandingan antara anggaran biaya eksisting dan alternatif dalam konteks pengelolaan proyek. Pada table ini,

terdapat dua kategori biaya yang dianalisis: gaji pegawai dan operasional umum kantor. Gaji pegawai mencatatkan anggaran biaya eksisting sebesar Rp. 129.000.000 dengan durasi 90 hari, sementara alternatif menunjukkan durasi waktu yang lebih efisien yaitu 73 hari, menghasilkan efisiensi biaya sebesar Rp. 103.200.000. Hal serupa juga terlihat pada operasional umum kantor, dimana anggaran eksisting sebesar Rp. 49.500.000 dengan durasi waktu yang sama berhasil disempurnakan menjadi 39.600.000 dengan metode alternatif II.

Secara keseluruhan total anggaran biaya eksisting mencapai Rp. 178.500.000, sedangkan total biaya alternatif mencapai Rp. 142.800.000. Selisih antara keduanya mencerminkan efisiensi biaya yang signifikan, yaitu sebesar Rp. 32.700.000. Temuan ini menunjukkan bahwa dengan menerapkan alternatif tertentu, perusahaan dapat mengurangi biaya sambil tetap mempertahankan efisiensi waktu, yang pada gilirannya dapat meningkatkan profit dan keberlanjutan proyek. Analisis semacam ini penting untuk mendukung.

4.2.3 Tahap Rekomendasi

Pada tahap analisis diperoleh temuan bahwa kebutuhan biaya dan durasi pelaksanaan pada masing-masing metode menunjukkan variasi yang signifikan di setiap lokasi pekerjaan. Beberapa metode memberikan keunggulan dari sisi efisiensi biaya, namun memerlukan waktu pelaksanaan yang relatif lebih panjang, sementara metode lainnya mampu mempercepat durasi tetapi dengan konsekuensi peningkatan biaya. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan formulasi rekomendasi alternatif yang mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi biaya dan efektivitas waktu pelaksanaan. Rekomendasi tersebut disusun dengan mempertimbangkan karakteristik lokasi pekerjaan serta hasil evaluasi kuantitatif pada masing-masing metode sebagai berikut :

a. Alternatif I

Pada hasil analisis pada lokasi tersebut, metode *Boring Horizontal Manual* direkomendasikan karena menunjukkan kombinasi biaya yang lebih ekonomis serta durasi pelaksanaan yang lebih singkat

dibandingkan metode *open cut*. Kondisi ini menjadikan metode tersebut lebih optimal untuk diterapkan pada segmen pekerjaan yang memiliki karakteristik serupa.

b. Alternatif II

Alternatif kedua ini jika ditinjau dari durasi pengerjaan, metode HDD sangat efektif untuk direkomendasikan. Tetapi memiliki perbedaan biaya yang jauh lebih mahal sehingga menjadikannya kurang efisien.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian Re-engineering yang dilakukan pada Proyek Penyaluran Pipa Gas dan MRS RSUP DR. Kariadi Semarang maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- A. Berdasarkan perhitungan dan analisis pada pekerjaan pipa penyaluran gas metode *Open Cut* memiliki produktivitas pekerjaan 5,14 m/Hari dengan harga pekerjaan satuan Rp. 497.389. Boring Horizontal Manual memiliki produktivitas pekerjaan 61 m/Hari dengan harga satuan pekerjaan Rp. 318.707. sedangkan untuk metode *Horizontal Directional Drilling* (HDD) memiliki Produktivitas pekerjaan 90 m/Hari dengan harga satuan pekerjaan Rp. 2.205.886.
- B. Berdasarkan perhitungan dan analisis pada pekerjaan pipa penyaluran gas diketahui bahwa metode *Open Cut* memiliki produktivitas yang lebih rendah dibanding metode boring horizontal manual dan metode *Horizontal Directional Drilling* telah diketahui sebagaimana perhitungan dari alternatif I dimana metode *Open Cut* yang diganti dengan metode Boring Horizontal Manual terjadi efisiensi biaya sebesar 35,92% dan efektivitas waktu sebesar 18,89%, sedangkan alternatif II dimana metode *Open Cut* diganti dengan metode *Horizontal Directional Drilling* terjadi pembengkakan biaya atau inefisien sebesar -343% tetapi mengalami efektivitas terhadap waktu yang cukup besar yaitu sebesar 20,00%.
- C. Berdasarkan perhitungan dan analisa pada pekerjaan pipa penyaluran gas diketahui bahwa metode *Open Cut* yang digantikan dengan metode Boring Horizontal Manual (alternatif I) merupakan alternatif metode yang paling ideal dikarenakan mampu

memberikan efisiensi terhadap biaya sebesar Rp. 25.730.208 atau sebesar 35,92% namun tetap dapat memberikan efektivitas terhadap waktu sebesar 18,89%.

5.2 Saran

Dalam pelaksanaan analisis *re-engineering* pada proyek penyaluran pipa gas dan MRS RSUP Dr. Kariadi Semarang dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *Microsoft Excel* sebagai alat bantu perhitungan dan evaluasi. Proses analisis tersebut memerlukan ketersediaan data yang lengkap dan akurat guna meminimalkan potensi kesalahan dalam perhitungan serta memastikan keandalan hasil evaluasi Proyek.

- A. Dalam menganalisis alternatif metode kerja yang lebih efisien, perlu dipertimbangkan konsekuensi finansial akibat percepatan waktu pelaksanaan proyek. Upaya memperpendek durasi pekerjaan berpotensi meningkatkan biaya, baik dari sisi kebutuhan sumber daya, intensitas tenaga kerja, maupun penggunaan peralatan tambahan. Oleh karena itu, setiap alternatif harus dievaluasi berdasarkan keseimbangan antara penghematan waktu dan potensi kenaikan biaya yang biaya
- B. Dalam pengembangan penelitian *re-engineering* selanjutnya, disarankan agar analisis tidak hanya difokuskan pada item pekerjaan tertentu, tetapi juga mencakup komponen pekerjaan lainnya yang berpotensi memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi proyek. Pendekatan yang lebih komprehensif diharapkan mampu menghasilkan tingkat optimalisasi yang lebih tinggi, baik dari sisi efektivitas waktu maupun efisiensi biaya pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainayyah, R. A., & Rhomaita, R. (2022). *Penerapan Value Engineering pada proyek jembatan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Progo – Kranggan, Cs)* (Undergraduate Thesis). Universitas Islam Sultan Agung.
- Anggonowati, K., & Wardani, E. L. (2024). *Re-engineering pada proyek pembangunan gedung SMP 16 Surakarta* (Undergraduate thesis). Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Dachyar, M. & Sanjiwo, A. (2018). Business Process Re-engineering of EPC project in oil & gas industry. *Jurnal Teknik Industri UI*, 19(1).
- Putra, M.R. & Cahyo, E. (2022). Re-engineering the busnissess process of slickline and electric line operation. *Jurnal Teknik Industri ITB*, 23(3), 188–200.
- Rakhima, F. N. (2024). *Re-engineering pada proyek konstruksi bangunan gedung: Studi kasus proyek pembangunan gedung laboratorium klinik Prodia Palembang*. Tesis Magister, Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Rofi, S. (2024). *Re-Engineering Pekerjaan Pembangunan Jembatan Proyek Rehabilitasi Irigasi Glapan Timur*. Tugas Akhir. Universitas Islam Sultan Agung.
- Saputra, R. H., & Pratama, Z. D. (2023). *Reengineering Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang* (Doctoral dissertation). Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Suasira, G.A., Sukada, I.B.P., & Wirama, D.G. (2023). Optimasi biaya konstruksi gedung RSUD Gianyar menggunakan value engineering. *Jurnal Teknik Sipil*, 27(1), 45-54.
- Syafrizal, R., Sutrisno, B., & Ahmad, N. (2022). Pemasangan pipa HDPE pada penyambungan pipa irigasi dengan metode butt fusion. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 16(2), 78-87.
- N. Rabbani Ahmad & F. A. Rahmawan. (2023). Implementasi Value Engineering pekerjaan arsitektur pada proyek konstruksi gedung perkuliahan di Jawa Timur. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi: Studi kasus*

yang menjelaskan penerapan *value engineering* pada komponen pekerjaan dengan potensi efisiensi.

Suasira, I. W., Gunawan, K., Yuliadewi, N. P., & Partama, I. G. N. E. (2023). Optimasi biaya pelaksanaan konstruksi gedung dengan penerapan Value Engineering. *Jurnal Teknik Gradien*, 15(01), 75–81. Referensi yang menjelaskan bagaimana *value engineering* diterapkan untuk efisiensi biaya dan waktu dalam proyek konstruksi gedung.

Irfanto, R., et al. (2022). Penerapan konsep Value Engineering pada proyek bangunan sekolah. *Jurnal Teknik Sipil*, 19(1), 98–111.

Syahrir, Y., Jusmidah, J., & Haerianti, H. (2023). Evaluasi manajemen waktu dan biaya pada proyek peningkatan ruas jalan menggunakan metode Earned Value. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 25(1), 5783.

