

TESIS

***RE-ENGINEERING* PEKERJAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN PADA
PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI GLAPAN TIMUR**

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



Oleh :

DINA AULIA ROFI

NIM : 20202200040

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2024**

TESIS

***RE-ENGINEERING* PEKERJAAN PEMBANGUNAN
JEMBATAN PADA PROYEK REHABILITASI DAERAH
IRIGASI GLAPAN TIMUR**

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



Oleh :

DINA AULIA ROFI

NIM : 20202200040

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**RE-ENGINEERING PEKERJAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN PADA
PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI GLAPAN TIMUR**


Disusun oleh :


**DINA AULIA ROFI
NIM : 20202200040**

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 16 Januari 2024
Pembimbing I,

Tanggal, 16 Januari 2024
Pembimbing II,


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT
NIK. 210202033


Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D
NIK. 210296020

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**RE-ENGINEERING PEKERJAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN PADA
PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI GLAPAN TIMUR**

Disusun oleh :

DINA AULIA ROFI
NIM : 20202200040


Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :
(16 Januari 2024)

Tim Penguji:

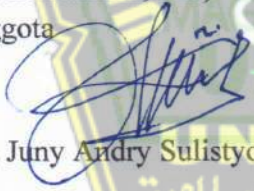
1. Ketua


(Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D)

2. Anggota


(Dr. Ir. Sumirin, MS)

3. Anggota


(Dr. Juny Andry Sulisty, ST., MT)

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

Semarang, 16 Januari 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. H.S. Antonius, MT., Ph.D

MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNISSULA NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Abdu Rochim, ST., MT

FAKULTAS TEKNIK
UNISSULA NIK. 210200031

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik”

(Q.S. Ali-Imran Ayat 110)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS Al Baqarah : 286)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” (QS Ar Rad :11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.” (Q.S. Al-Insyirah : 5 - 6)

Bismillah Membangun Generasi Khaira Ummah. (Universitas Islam Sultan Agung Semarang)

Jangan meratapi masa lalu jika tidak perlu bekerja keras untuk masa depan (Umar bin Khattab)

Jangan menganggap kata-kata seseorang terlalu serius. Punya mulut belum tentu punya hati. (Albert Einstein)

Jadilah pemuda yang produktif menjadi profesional, mengingat dua hal: iman dan kesalehan. (BJ Habibie)

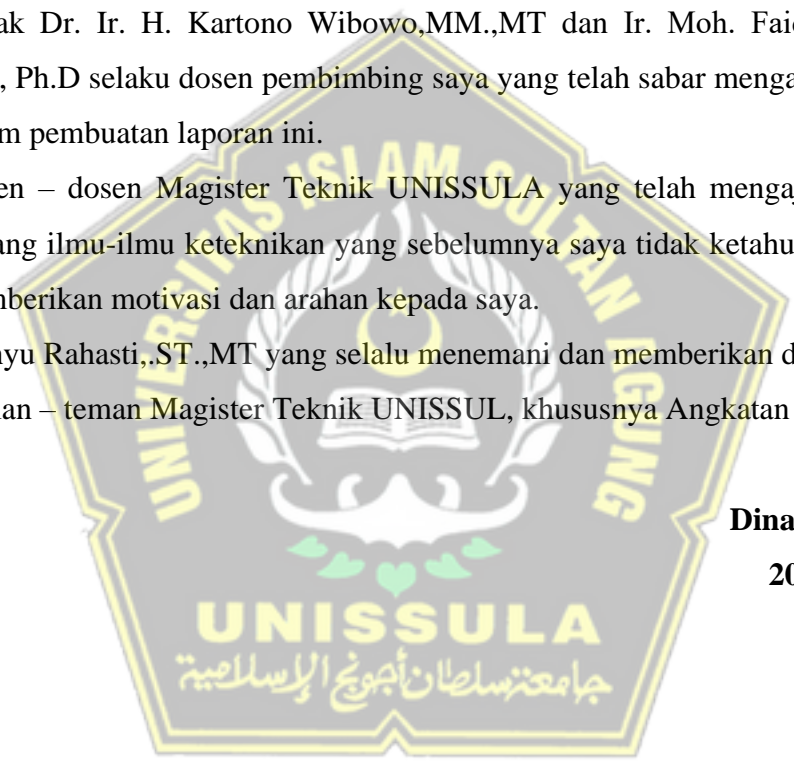
Tidak ada usaha, tidak ada keberhasilan. Tanpa persatuan tidak ada keberhasilan. tanpa doa tidak ada keselamatan (Ridwan Kamil)

DINA AULIA ROFI

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tesis ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, Bapak Rofi'i ST., MT. dan Ibu Titik Lasmiyati, adik saya Zulfi Reza Rofi, dan keluarga besar saya yang telah memberikan segenap kasih sayang, dukungan materil, semangat, do'a dan pendidikan mental untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang mulia di dunia dan akhirat.
2. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo,MM.,MT dan Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen – dosen Magister Teknik UNISSULA yang telah mengajarkan saya tentang ilmu-ilmu keteknikan yang sebelumnya saya tidak ketahui dan selalu memberikan motivasi dan arahan kepada saya.
4. Wahyu Rahasti,.ST.,MT yang selalu menemani dan memberikan dukungan.
5. Teman – teman Magister Teknik UNISSUL, khususnya Angkatan 50.



Dina Aulia Rofi
20202200040

ABSTRAK

Pembangunan proyek jembatan membutuhkan teknik dan pengendalian proyek yang terencana dengan baik. Dalam proses perencanaan proyek, metode pekerjaan merupakan salah satu aspek utama yang tidak dapat dikesampingkan. Kesalahan metode kerja pada suatu proyek konstruksi dapat disebabkan oleh hal yang kurang diperlukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mencegah terjadinya kesalahan metode kerja, perencanaan pada proyek konstruksi harus melakukan evaluasi perencanaan sehingga proyek yang akan dikerjakan dapat menggunakan metode paling optimal. Untuk itu, dalam penyelesaian pekerjaan Jembatan pada Proyek Rehabilitasi D.I Glapan Timur dilakukan Re Engineering

Pada Tesis ini, pekerjaan yang ingin ditinjau yaitu mengenai pemancangan yang terdapat pada pekerjaan jembatan di proyek Daerah Irigasi Daerah Glapan Timur tersebut dan juga melakukan peninjauan alternatif metode kerja yang sesuai, mendapatkan perbandingan waktu dan biaya, serta menemukan kombinasi metode kerja yang lebih optimal pada pekerjaan jembatan betang 140 m. Kegiatan Pembangunan Infrastruktur Aktif pada Tesis ini akan mengidentifikasi metode yang lebih efisien dari segi waktu, biaya dan kualitas.

Berdasarkan pada analisa dan perhitungan biaya pekerjaan pemancangan yaitu pada pemancangan dengan menggunakan HSPD membutuhkan biaya sebesar Rp 254.791.400. sedangkan dengan menggunakan Diesel Hammer membutuhkan biaya sebesar Rp 146.306.080. Dan perhitungan waktu pelaksanaan yakni pada pekerjaan pemancangan dengan HSPD dengan kapasitas produksi 14 titik perminggu maka membutuhkan waktu sekitar 71 hari kerja dari awal desember 2023 sampai pertengahan february 2024. Sedangkan metode pemancangan dengan Diesel hammer dengan kapasitas produksi 11,67 titik perminggunya membutuhkan waktu penyelesaian pekerjaan selama 85 hari dengan estimasi pekerjaan awal desember 2023 sampai akhir february 2024. Maka dari segi efisien waktu pekerjaan dengan metode HSPD lebih efektif.

Kata Kunci: Pemancangan; Efektif; Efisien; Pondasi ; Reengineering

ABSTRAC

The construction of bridge projects requires well-planned project engineering and control. In the process of project planning, the method of work is one of the main aspects that cannot be ruled out. Work method errors on a construction project can be caused by things that are less necessary in the implementation of construction projects. To prevent work method errors, planning on construction projects must evaluate planning so that the project to be worked on can use the most optimal method. For this reason, in the completion of Bridge work on the East Glapan D.I Rehabilitation Project, Re Engineering was carried out.

In this tesis, the work to be reviewed is about the erection contained in the bridge work in the East Glapan Regional Irrigation Area project and also reviewing alternative suitable work methods, obtaining a comparison of time and costs, and finding a combination of work methods that are more optimal in the 140 m bridge work. Active Infrastructure Development Activities in this Tesis will identify methods that are more efficient in terms of time, cost and quality.

Based on the analysis and calculation of the cost of erection work, namely the erection using HSPD requires a cost of Rp 1,490,096,800. while using a Diesel Hammer costs IDR 1,460,288,800. Compared to using HSPD. And the calculation of the implementation time, namely on erection work with HSPD with a production capacity of 21 points per week, takes about 60 working days from the beginning of December 2023 to the end of January 2024. Meanwhile, the Diesel hammer erection method with a production capacity of 14 points per week requires 90 days of work completion with an estimated work from December 2023 to the end of February 2024. So in terms of time efficiency, work with the HSPD method is more effective.

Keywords: Erection; Effective; Efficient; Foundation; Reengineering

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DINA AULIA ROFI
NIM : 20202200040

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

***RE-ENGINEERING* PEKERJAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN PADA PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI GLAPAN TIMUR**

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, 12 Januari 2024



DINA AULIA ROFI

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas Izin-Nya sehingga penulisan proposal penelitian dengan judul **RE-ENGINEERING PEKERJAAN PEMBANGUNAN JEMBATAN PADA PROYEK REHABILITASI DAERAH IRIGASI GLAPAN TIMUR**” dapat terselesaikan. Tak lupa pula penulis haturkan shalawat dan salam atas junjungan Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi sekalian umat dalam segala aspek kehidupan, sehingga menjadi motivasi penulis dalam menuntut ilmu di Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang begitu besar kepada Bapak/Ibu selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak memberikan waktu, gagasan dan pengetahuan serta dorongan semangat dan motivasi kepada penulis.

Dengan keterbatasan pengalaman, ilmu maupun pustaka yang ditinjau, penulis menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan dan pengembangan lanjut agar benar-benar bermanfaat, oleh karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini. Semoga proposal ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk pengembangan wawasan serta peningkatan ilmu pengetahuan bagi kita semua. Amin.

Semarang, 12 Januari 2023

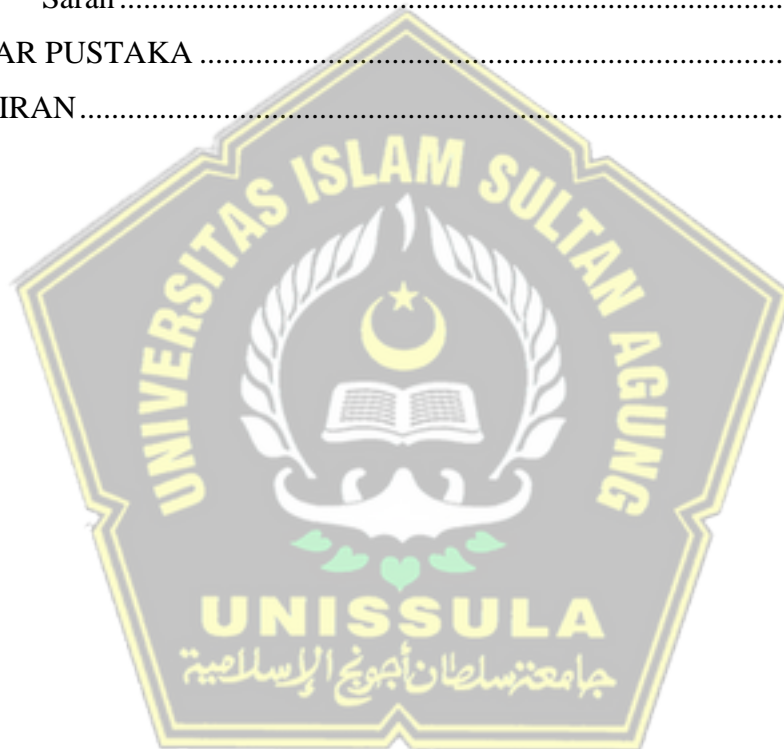
DINA AULIA ROFI

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Maksud dan Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Pengertian Manajemen dan <i>Re - Engineering</i>	5
2.1.1. Pengertian Manajemen.....	6
2.1.2. Manajemen Waktu	6
2.1.3. Manajemen Biaya.....	9
2.1.4. Manajemen Mutu	10
2.1.5. <i>Re Engineering</i> Proyek (<i>Business Process Reengineering</i>).....	11
2.2. Pengertian Proyek	13
2.2.1. Tahap - Tahap dalam Proyek Konstruksi.....	14
2.2.2. Tahapan Perencanaan Proyek Konstruksi	14
2.2.3. Study Kelayakan (<i>Fasibility Study</i>).....	14
2.2.4. Tahap Penjelasan (<i>Briefing</i>).....	14
2.2.5. Tahap Perencanaan (<i>Design</i>).....	15

2.2.6.	Tahap Pengadaan/Pelelangan (<i>Tender</i>).....	15
2.2.7.	Tahap Pelaksanaan (<i>Construction</i>).....	15
2.2.8.	Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan	15
2.3.	Metode Kerja Proyek	16
2.4.	Jembatan.....	16
2.4.1.	Macam – Macam Jembatan.....	18
2.4.2.	Struktur Desain Kontruksi Jembatan Beton	23
2.4.3.	Perhitungan Beban Dalam Perencanaan Jembatan	24
2.4.4.	Sifat dan Karakteristik Beton Bertulang	25
2.4.5.	Penyebab Jembatan Runtuh	25
2.5.	Pondasi Tiang Pancang	28
2.5.1.	Cara Pemancangan	29
2.5.2.	Kendala Yang Terjadi Pada Pekerjaan Tiang Pancang.....	33
2.6.	Bekisting	34
2.7.	<i>Software Microsoft Project</i>	35
2.8.	Penelitian Terdahulu	39
BAB III METODE PENELITIAN.....		43
3.1.	Tinjauan Umum	43
3.1.1.	Pengumpulan Data	43
3.1.2.	Data Umum Proyek.....	44
3.1.3.	Lokasi Proyek.....	44
3.2.	Metode Analisis Data.....	45
3.3.	Tahapan Penelitian	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
4.1	Pengumpulan Data.....	48
4.2	Analisis Waktu	70
4.2.1	Perbandingan Analisis Waktu Pemancangan.....	70
4.2.2	Perbandingan Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting.....	72
4.3	Analisis Biaya.....	74
4.3.1	Analisa Biaya Pemancangan.....	74
4.3.2	Analisa Biaya Bekisting	70
4.4	Konfigurasi Biaya Pemancangan Metode HSPD dengan.....	

	menggunakan Bekesting konvensional dan Semi Sistem	78
4.5	Konfigurasi Biaya Pemancangan Metode Diesel Hammer dengan... menggunakan Bekesting konvensional dan Semi Sistem	78
4.6	Analisa Biaya Tidak Langsung	79
4.7	Konfigurasi Biaya Tidak Langsung dengan Biaya Pemancangan..... dan bekisting.....	80
4.8	Rangkuman Hasil Analisis	81
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN		73
5.1	Kesimpulan.....	82
5.2	Saran	83
DAFTAR PUSTAKA		xiii
LAMPIRAN.....		xvi



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari, sering menjumpai banyak proyek yang harus dilaksanakan dalam kehidupan pribadi, profesional, dan sosial kita. Setiap aktivitas selain aktivitas dapat disebut proyek. Buat manfaat anda sendiri yang menghadirkan produk dan layanan minat khusus untuk pribadi anda. Dengan semakin banyaknya proyek yang dikerjakan sehingga semua kegiatan dapat dilaksanakan secara efisien, diperlukan manajemen konstruksi yang baik sebagai alat untuk memantau dan mengevaluasi proyek (Sutomo et al, 2016).

Pembangunan proyek jembatan membutuhkan teknik dan pengendalian proyek yang terencana dengan baik. Dalam proses perencanaan proyek, metode pekerjaan merupakan salah satu aspek utama yang tidak dapat dikesampingkan. Kesalahan metode kerja pada suatu proyek konstruksi dapat disebabkan oleh hal yang kurang diperlukan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Untuk mencegah terjadinya kesalahan metode kerja, perencanaan pada proyek konstruksi harus melakukan evaluasi perencanaan sehingga proyek yang akan dikerjakan dapat menggunakan metode paling optimal. Untuk itu, dalam penyelesaian pekerjaan Jembatan pada Proyek Rehabilitasi D.I Glapan Timur dilakukan *Re-Engineering*.

Pembangunan Jembatan, gedung bertingkat tinggi, apartemen, perkantoran, pertokoan, rumah tinggal, dll., karena meningkatnya cakupan proyek, ketergantungan antara berbagai bagian menjadi semakin kompleks, yang membutuhkan manajemen dan koordinasi yang cermat selama proses konstruksi proyek. Berusaha keras mencapai hasil yang diharapkan Masalah utama dengan manajemen proyek adalah sumber daya yang terbatas. Untuk itu, proyek konstruksi memerlukan perencanaan dan pengelolaan sumber daya yang terbatas untuk mencapai hasil terbaik tanpa mengorbankan kualitas. Kami membutuhkan orang sebanyak mungkin (Priscillia Kamagi Tjakra, 2013).

Dua jenis pondasi: dangkal dan dalam Pondasi dangkal adalah pondasi yang tidak perlu digali jauh ke dalam tanah, lapisan tanah datar yang cukup keras sehingga bangunan yang Anda bangun hanyalah sebuah rumah. Fondasi dalam adalah fondasi yang membutuhkan penggalian dan penggalian yang dalam karena lapisan keras di permukaan cukup dalam, tetapi biasa digunakan untuk bangunan besar, jembatan, struktur lepas pantai, dll. Ada dua jenis pondasi dalam: pondasi tiang pancang dan pondasi pengeboran dan ada banyak faktor yang mempengaruhinya. Jenis Tanah Tapak dan Pondasi Penopang Beban Jenis tanah lempung (lempung) yang kokoh ini terdapat pada kedalaman yang sangat dalam dan sangat ideal untuk pondasi tiang pancang sebagai pilihan konstruksi bangunan ketika beban harus ditopang oleh pondasi yang besar (Fropil, 2014).

Perkembangan teknologi industri konstruksi Indonesia ditandai dengan dinamisme yang semakin meningkat. Sejumlah inovasi teknologi digunakan selama konstruksi. Teknologi memainkan peran yang semakin penting, terutama dalam memfasilitasi proses perencanaan konstruksi. Contoh teknik yang digunakan secara eksklusif selama konstruksi: Bekisting beton atau teknik bekisting Beberapa lapis operasi berulang Pembuatan bangunan mahal (*American Concrete Institute*) 40% hingga 60% dari biaya pekerjaan beton atau 10% atau lebih dari biaya tenaga kerja Total konsumsi (Karya J, 2017).

Pada tesis ini, pekerjaan yang ingin ditinjau yaitu mengenai pemancangan yang terdapat pada pekerjaan jembatan di proyek Daerah Irigasi Daerah Glapan Timur tersebut dan juga melakukan peninjauan alternatif metode kerja yang sesuai, mendapatkan perbandingan waktu dan biaya, serta menemukan kombinasi metode kerja yang lebih optimal pada pekerjaan jembatan betang 140 m. Kegiatan Pembangunan Infrastruktur Aktif pada tesis ini akan mengidentifikasi metode yang lebih efisien dari segi waktu, biaya dan kualitas.

Berdasarkan uraian diatas, penyusunan tesis ini diberi judul **“Re-Engineering Pekerjaan Jembatan Pada Proyek Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur”**.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang yang telah dijabarkan di atas, berikut ini rumusan masalahnya :

- a. Bagaimana alternatif metode kerja pemancangan yang efektif dan efisien?
- b. Bagaimana sistem bekisting agar efektif dan efisien pada proyek?
- c. Berapa besar nilai efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada metode pemancangan dan sistem bekisting yang lebih efektif dan efisien?

1.3 Tujuan Penelitian

Arah tujuan yang didapatkan dari rumusan masalah di atas adalah :

- a. Menganalisis alternatif metode kerja pemancangan yang efektif dan efisien.
- b. Menganalisis sistem bekisting agar efektif dan efisien pada proyek.
- c. Menganalisis besar nilai efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada metode pemancangan dan sistem bekisting yang lebih efektif dan efisien

1.4 Batasan Masalah

Pada penyusunan tesis ini, ada batasan-batasan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang menjadi pokok bahasan penelitian, diantaranya:

1. Mengkaji ulang pemancangan yang dilakukan pada Pekerjaan Jembatan berdasarkan aspek efektivitas dan efisiensi.
2. Menganalisa waktu dan biaya pekerjaan pemancangan menggunakan metode *drop hammer*.
3. Menentukan nilai efisiensi waktu dan biaya dari bekisting pelat lantai yang menggunakan metode semi sistem

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat “*Re-Engineering* Pekerjaan Jembatan Pada Proyek Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur” adalah :

- a. Memberikan analisa metode manakah yang lebih efektif dan efisien pada proses pekerjaan pemancangan yang ada pada proyek tersebut.
- b. Memberikan hasil dari analisa kombinasi yang lebih efektif serta efisien antara pekerjaan pemancangan pada proyek tersebut.

- c. Untuk dapat menjadi pertimbangan metode manakah yang lebih efektif dan efisien dari proses pekerjaan pemasangan bekisting pelat lantai pada proyek tersebut

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan tesis ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan permasalahan serta sistematika penulisan dari penyusunan tesis.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan mengenai teori yang berhubungan dengan judul tesis serta pengertian dan kajian yang didapatkan dari sumber literatur maupun studi kasus.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan tentang metode pengumpulan data, pengolahan data serta sistematika perencanaan yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang hasil, analisis data serta pembahasan yang ada pada penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan tentang kesimpulan yang didapat dari hasil serta analisis data dan juga saran yang diperlukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Manajemen dan *Re – Engineering*

Manajemen konstruksi merupakan suatu proses mengatur atau mengelola pekerjaan pembangunan agar hasil pekerjaan tersebut sesuai dengan tujuan dari pembangunan tersebut. Menurut Ervianto (2005) manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian serta koordinasi suatu proyek konstruksi mulai dari gagasan awal sampai proyek tersebut berakhir untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Terdapat 3 (tiga) fungsi dasar dari manajemen konstruksi itu sendiri yaitu, perencanaan (*planning*), Pelaksanaan (*actuating*), dan pengendalian (*controlling*). Ketiga kendala (*constrait*) tersebut menjadi tolak ukur keberhasilan suatu proyek konstruksi.

Untuk meminimalisir adanya kegagalan, maka perlu adanya alternatif lain untuk lebih menghemat biaya dan waktu tanpa mengurangi kualitas bangunan tersebut, sehingga dapat dilakukan penerapan rekayasa ulang (*re – engineering*) dalam permasalahan tersebut. Penerapan *Re – Engineering* dalam penelitian ini sendiri dilakukan pada pekerjaan pemancangan dan bekisting pada pembangunan proyek konstruksi, karena dirasa metode kerja yang digunakan kurang efektif, sehingga menyebabkan pembengkakan terhadap biaya dan keterlamabatan terhadap waktu dalam pelaksanaan proyek.

Penerapan *re – engineering* dilakukan untuk mendapatkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, mendapatkan perbandingan waktu dan biaya, serta menemukan kombinasi metode kerja yang lebih optimal. Penggunaan metode yang tepat, praktis, dan aman akan sangat membantu dalam penyelesaian suatu proyek konstruksi, seperti pada perencanaan pekerjaan yang mencakup semua jenis kegiatan dalam

bentuk gambar maupun RKS. Sehingga target dapat dicapai dengan waktu, biaya, dan mutu sesuai dengan yang telah disepakati.

2.1.1 Pengertian Manajemen

Manajemen adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengawasan usaha organisasi dan sumber dayanya untuk mencapai visi dan misi organisasi yang telah ditetapkan. Mencapai berbagai tujuan dan kendala saat ini diketahui hambatan yang dihadapi dalam proyek teknik sipil seringkali berupa kinerja, waktu pelaksanaan, kendala biaya, kualitas pekerjaan dan keamanan pekerjaan (Intan Sari, 1995).

2.1.2 Manajemen Waktu.

Dalam penelitian Nila Eliana dan Zuhrotul Afidah (2020) manajemen waktu proyek adalah metode menjaga proyek tepat waktu dengan tetap berpegang pada kendala biaya dan menjaga kualitas. Karena waktu merupakan salah satu unsur sumber daya untuk melakukan pekerjaan agar dapat terlaksana dengan efektif dan efisien. Kegiatan manajemen konstruksi untuk mengendalikan waktu dan biaya pelaksanaan proyek meliputi:

1. Sebuah rencana (*Planning*)

Rencana atau program adalah identifikasi serangkaian tindakan atau kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang diinginkan

2. Pengelompokan (*Organizing*)

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan saat mempersiapkan organisasi Anda untuk kerja lapangan:

- Jalur pengenalan harus langsung dan sesingkat mungkin.
- Setiap karyawan harus memiliki *job description* yang jelas dan detail.
- Setiap orang harus diberdayakan untuk mengambil keputusan berdasarkan posisinya.
- Kita harus mempromosikan dan memelihara lingkungan kerja di mana setiap orang dapat melakukan yang terbaik dari kemampuan mereka. Bagaimana kolaborasi itu bekerja.

3. Koordinasi (*Coordinating*)
Koordinasi adalah keseimbangan fungsi, dan keselarasan dapat mencapai tujuan
4. Pergerakan (*Actuating*)
Memiliki tujuan:
 - Mendorong semangat kerjasama di antara semua elemen acara.
 - Jelaskan maksud dan tujuan usaha patungan.
 - Pertahankan disiplin yang baik untuk memastikan hasil yang baik dalam usaha patungan
5. Pengawasan (*Controlling*)
Kegiatan penegakan yang dikelola oleh Otoritas Pengawas meliputi:
 - Memantau kemajuan pekerjaan konstruksi fisik dalam hal kualitas dan kuantitas bahan bangunan serta pelaksanaan dan kemajuannya.
 - Memantau pekerjaan dan produknya, pengiriman tepat waktu dan biaya konstruksi.
 - Memantau dan meninjau kinerja proses konstruksi fisik. Perubahan dan penyesuaian yang terjadi selama pekerjaan berlangsung.
6. Evaluasi (*Evaluation*)
Setelah proyek dilaksanakan maka dilakukan evaluasi. Pada bagian evaluasi dapat dinilai apakah saat penerapan proyek sudah sama dengan rencana yang diharapkan oleh pengelola. (Onibala, 2018).

2.1.2.1

Penjadwalan Proyek

Suatu penjadwalan proyek (*time schedule*) dibuat untuk menentukan jangka waktu suatu proyek dari mulainya suatu proyek sampai proyek tersebut selesai. (Somantri, 2009). Menurut Husen (2008), penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta durasi dan progress waktu untuk penyelesaian proyek. Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan

untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

2.1.2.2 Time Schedule Pada Proyek

Dalam setiap pekerjaan proyek, pasti tidak akan lepas dari jadwal entah itu jadwal dimulainya proyek atau jadwal akhir dari proyek. Agar memudahkan dalam proses *controlling*, maka perlu adanya instrumen untuk melakukan pengecekan, yaitu Time Schedule.

Secara umum, pengertian dari Time schedule adalah tahapan mendefinisikan proses-proses yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung berkaitan dengan penjaminan agar proyek dapat berjalan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan biaya serta penjaminan kualitas produk / servis / hasil dari proyek.

Tujuan dari time schedule adalah menentukan urutan pekerjaan, agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan yang ada, serta untuk mendeteksi jika ada keterlambatan pekerjaan sehingga bisa dicegah sedini mungkin atau diambil kebijakan lain agar tidak mengganggu pekerjaan yang lain.

Adanya time schedule dari proyek baik arsitektur maupun interior sangat penting, berikut adalah fungsi dari time schedule :

1. Untuk memperkirakan jumlah sumber daya (material, manusia, peralatan, dll), yang harus disediakan pada waktu-waktu tertentu
2. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengatur kecepatan pelaksanaan proyek
3. Referensi bagi pemilik, kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengontrol kemajuan pelaksanaan proyek
4. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengevaluasi pekerjaan yang telah diselesaikan

5. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengetahui apakah metode pelaksanaannya cocok diterapkan dalam proyek, atau harus diperbaiki.

2.1.3 Manajemen Biaya.

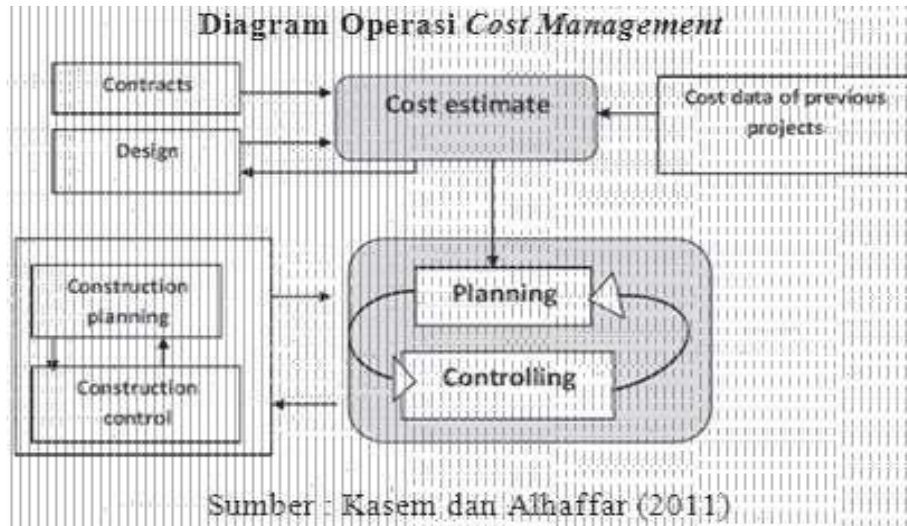
Manajemen biaya proyek merencanakan, memperkirakan, menganggarkan, mendanai, membiayai, mengelola dan mengelola biaya sejak awal sesuai dengan Panduan Pengetahuan Manajemen Proyek (PMBOK) untuk memastikan bahwa proses penyelesaian proyek dengan biaya yang disepakati meliputi (Aman, 2021).

Biaya manajemen proyek konstruksi meliputi perencanaan, estimasi, dan pengelolaan, penganggaran biaya dan manajemen (Valle dan Soares, 2005). Pengendalian biaya mencakup perencanaan dan pengendalian yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek dalam anggaran terbatas. Penentuan biaya proses untuk semua sumber daya proyek. Pengambilan keputusan administratif memengaruhi kemajuan konstruksi dan biaya proyek (Kasem dan Alhaffar, 2011).

Selain kendala waktu dan kualitas, kendala biaya adalah salah satu dari tiga kendala utama keberhasilan proyek, yang mencakup prinsip dan angka keuangan seperti personel, material, peralatan, layanan, dan transportasi. Pengendalian biaya harus diterapkan secara efektif (Adhi Karya Tbk & Eka Pratiwi, 2012).

Cost management ini berisi tiga operasi, diantaranya:

1. Cost Estimate (Estimasi / Perkiraan Biaya)
2. Cost Budget (Penganggaran Biaya)
3. Cost Control (Pengendalian Biaya)



Gambar 2.1 Diagram Operasi *Cost Management*.

(Sumber : <https://accurate.id/marketing-manajemen/struktur-organisasi/>)

2.1.4 Manajemen Mutu.

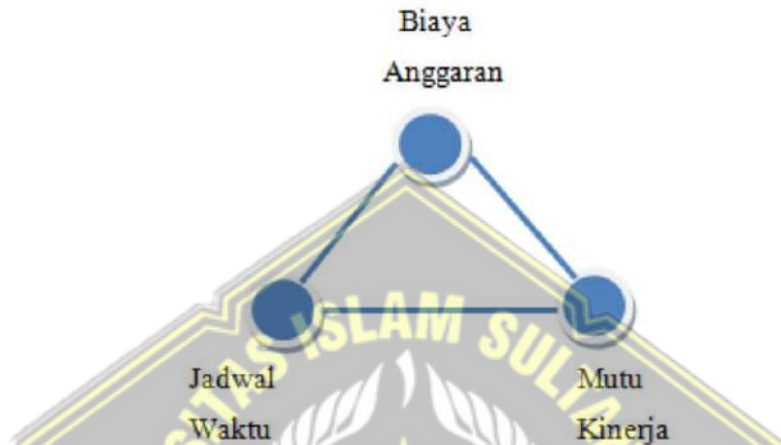
Manajemen mutu adalah suatu sistem pengelolaan dalam proses pembangunan yang digunakan dalam proyek untuk mengetahui kualitas material, metode, serta bangunan yang telah disetujui dan sesuai standar yang telah di sepakati. Manajemen mutu memiliki tujuan untuk pengendalian, peningkatan kualitas proyek dan juga target yang telah ditentukan (Wahyu Fitri Suryani, 2021).

Manajemen mutu adalah model/sistem teknologi manajemen alternatif dalam proses pengembangan industri konstruksi, yang mengintegrasikan seluruh tahapan proses pengembangan menjadi satu kesatuan/integrasi. Menerapkan sistem manajemen kualitas proyek dalam proses pembangunan, efektivitas tujuan dapat dicapai. Pencapaian Aspek kualitas tujuan mengoptimalkan manajemen proyek dan manajemen proyek. Ketika kontraktor melakukan pekerjaan peningkatan kualitas, persyaratan kualitas dikenakan pada pelaksanaan proyek. Untuk memenuhi standar kualitas, kontraktor berusaha membangun sistem kontrol kualitas yang memenuhi persyaratan pembangun (Manabung et al., 2018).

Dari uraian di atas secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa sistem manajemen mutu adalah kombinasi atau kumpulan kegiatan yang

berkaitan dengan suatu organisasi yang harus mencapai tujuan untuk memenuhi persyaratan mutu berdasarkan standar sistem yang berlaku.

Ketiganya disebut triple constraint. Ketiganya adalah parameter penting untuk implementasi proyek dan biasanya terkait dengan tujuan proyek. Ketiga batasan ini sangat menarik dan dapat diilustrasikan dengan gambar berikut:



Gambar 2.2 Hubungan Mutu, Waktu, dan Biaya.

(Sumber : <https://accurate.id/marketing-manajemen/struktur-organisasi/>)

2.1.5 Reengineering Proyek (*Business Process Reengineering*)

Reengineering (business process) sangat penting bagi perkembangan suatu perusahaan Mengidentifikasi proses bisnis adalah dengan cara pertama mengamati dan mengetahui penyebab kinerja proses bisnis yang buruk, kemudian mengukur dan menganalisis kinerja perusahaan untuk menerapkan prinsip-prinsip perusahaan kinerja proses bisnis Mencirikan masalah yang ada dan menganalisis kinerja setiap bagian dari proses bisnis perusahaan (Bhaswara, 2013).

BPR adalah metode dengan peningkatan yang signifikan, tetapi juga membawa perubahan signifikan pada organisasi dan cara kerjanya, perlu diubah atau ditambah Cara organisasi bekerja, fungsi misinya dan nilai-nilainya. Reengineering pada proyek konstruksi menganalisa beberapa aspek yang ada di dalamnya yaitu menganalisa manajemen waktu yang ada,

mengkaji bagaimana pengelolaan manajemen biaya yang ada di proyek. Serta mengetahui kualitas atau mutu yang digunakan dalam proyek sesuai standar operasional yang telah di sepakati bersama *kontraktor* dan *owner*. (Andy Paul Harianja, 2015).

Reengineering proyek yang ada pada Thesis ini menganalisa berbagai macam aspek yang ada pada proyek seperti manajemen waktu dan juga manajemen biaya. Cara menganalisa manajemen waktu pada laporan ini menggunakan pedoman *time schedule* yang merupakan rencana alokasi waktu untuk penyelesaian masing-masing layanan proyek mewakili garis waktu keseluruhan untuk pelaksanaan proyek. Jadwal proyek konstruksi dapat dibuat dalam sebuah table sebagai berikut (Sutrisna & Kholiq, 2016).

1. *Bar chart*
2. *Network planning*
3. *Schedule* harian, *schedule* mingguan, bulanan, tahunan, atau waktu tertentu.
4. *Kurva S*.

Network planning adalah salah satu model yang digunakan untuk mengimplementasikan proyek dan hasil kerjanya adalah informasi tentang aktivitas yang terkandung dalam diagram jaringan proyek. Perencanaan jaringan adalah teknik perencanaan yang memungkinkan Anda mengevaluasi interaksi antar aktivitas.

Kurva S mewakili kerja *manpower* versus waktu. Grafik ini sering disebut sebagai *manpower S-curve*. *Kurva S* ini dibangun dari representasi pekerjaan *kontraktor* yang tercatat dalam *skedul*. *Kontraktor* akan menyelesaikan persentase pekerjaan per item/jenis di lokasi berdasarkan jadwal untuk menilai kinerja pekerjaan (Sutrisna & Kholiq, 2016).

Manajemen biaya yang ditinjau pada laporan ini mengacu pada RAB (rencana anggaran biaya) yang ada pada proyek ini. Perencanaan anggaran adalah perencanaan bentuk bangunan dan manfaat penggunaannya, dan berapa biayanya dan bagaimana pelaksanaannya di bidang administrasi, dan bagaimana rekayasanya di bidang teknis. mesin konstruksi. Rencana kerja proyek yang komprehensif dan terperinci harus mencakup perkiraan sifat dan

waktu kebutuhan tenaga kerja, termasuk para ahli dari berbagai disiplin ilmu, pengawas fabrikasi dan konstruksi, dan staf lokasi selama tahap perencanaan desain dan pengadaan. Mesin konstruksi adalah alat atau peralatan yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan konstruksi secara mekanis (Fameira Dhiniati & Sahiman, 2016). Terlampir pada Tabel 2.1.

2.2 Re – Engineering

2.2.1 Definisi Re-Engineering.

Re-engineering atau rekayasa ulang adalah perancangan ulang secara pada proses bisnis yang berjalan saat ini dengan penekanan pada pengurangan biaya dan waktu siklus agar terjadi peningkatan kepuasan pelanggan. Rakayasa ulang sangat mungkin dilakukan karena kebanyakan dalam organisasi terdapat sekat-sekat departemen dan unit kerja, tidak ada kepemilikan proses secara individu, dan kadang diluar kendali. Akibat hal-hal tersebut, biaya dan waktu siklus menjadi buruk dan berakibat pada rendahnya kepuasan pelanggan. Dengan demikian, rekayasa ulang akan menjadi solusi yang saling menguntungkan antara organisasi dan pelanggan (Fitria dkk, 2013). Definisi *re-engineering* banyak dikemukakan oleh para ahli sebagai berikut:

1. *Business Process Reengineering* adalah pemikiran ulang secara fundamental dan perancangan ulang secara radikal atas proses bisnis untuk mencapai perbaikan-perbaikan dramatis dalam ukuran kritis dari *performance*, seperti biaya, kualitas, layanan, dan kecepatan (Hammer dan Champy, 1994).
2. Rekayasa ulang proses bisnis adalah pemikiran kembali secara mendasar dan perancangan ulang secara radikal dari proses bisnis untuk mencapai perbaikan dramatis di bidang kegiatan yang kritis dan pengakuan kontemporer atas kinerja, meliputi biaya, kualitas, pelayanan, dan kecepatan (Chase dkk, 1995).

2.2.2 Manfaat Re-Engineering

Aulia dan Rhomaita (2022) menyatakan bahwa manfaat *re-engineering* antara lain:

- 1) Meningkatkan produktivitas perusahaan.
- 2) Menciptakan inovasi/terobosan baru.
- 3) Meningkatkan nilai proyek menjadi lebih baik.

- 4) Menghemat waktu proyek.
- 5) Mengurangi biaya proyek dan memangkas biaya yang tidak diperlukan.
- 6) Meningkatkan kepuasan pelanggan.
- 7) Mitigasi kemungkinan risiko proyek.
- 8) Mendapatkan hasil yang lebih efisien

2.2.3 *Konsep Re-Engineering*

Konsep rekayasa ulang menekankan pada biaya produksi tanpa melepaskan prinsip-prinsip *engineering*. Dengan dilakukan *re-engineering* diharapkan proyek mendapatkan nilai terbaik dengan ide-ide baru seperti memilih alternatif metode kerja yang lebih efektif, sehingga menjadi cara untuk mendapatkan nilai manfaat bersih tinggi. Banyak faktor yang dapat dijadikan pertimbangan selama proses analisis seperti fungsi, biaya, dan umur rencana (Aulia dan Rhomaita, 2022). Konsep *re-engineering* dapat dijelaskan dengan poin-poin sebagai berikut:

1) Nilai (*Value*)

Definisi nilai tidak dapat dipisahkan dengan biaya ataupun harga. Dalam lingkup *re-engineering*, nilai akan dikaitkan dengan ekonomi. Pengertian nilai dibedakan dengan biaya karena hal-hal sebagai berikut (Soeharto, 1995):

- a. Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.
- b. Ukuran nilai cenderung kearah subyektif sedangkan biaya tergantung kepada (*monetary value*) pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang.

2) Biaya (*Cost*)

Dalam konsep *re-engineering*, biaya dapat diartikan dengan semua anggaran yang dikeluarkan dari proses awal hingga terakhir. Proses yang dimaksud merupakan proses dari gagasan ide, perencanaan, pengembangan, pelaksanaan, operasional, hingga umur konstruksi tersebut habis. Produsen sebagai penghasil suatu produk akan memikirkan

keterkaitan biaya terhadap kualitas, reabilitas, *maintainability* karena akan berpengaruh bagi pemakai.

Cost model digunakan untuk menentukan segmen pekerjaan yang memiliki biaya pengerjaan yang tinggi dan dibuat berdasarkan analisis biaya yang didapatkan pada pengumpulan data. Zimmerman dan Hart (1982) berpendapat ada beberapa bentuk *cost model*, antara lain:

- a. *Matrix Cost Model*, yaitu memisahkan komponen konstruksi proyek dan mendistribusikan ke dalam berbagai elemen dan sistem dari proyek.
- b. *Breakdown Cost Model*, model ini item pekerjaan diurutkan dari elemen tertinggi sampai terendah dengan mencantumkan biaya setiap pekerjaan untuk mencatat distribusi pengeluaran. Selain biaya nyata yaitu biaya berdasarkan desain yang sudah ada, dibuat juga nilai manfaat (*worth*) sebagai estimasi biaya rekayasa nilai dan merupakan biaya terendah untuk memenuhi fungsi dasar.

Tabel 2.3. Komponen-komponen biaya

Komponen	(%)
Material	30,0
Tenaga Kerja	25,0
Testing dan Inspeksi	4,0
<i>Engineering</i> dan kepenyediaan	6,0
<i>Overhead</i>	30,0
Laba	5,0
Total = 100	

Dari tabel diatas, biaya terbesar antara lain:

- a. Material, adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli material seperti berupa kayu, besi, baja, batu, pasir dan sebagainya, serta instrumen atau bagian-bagian lain yang siap dipakai.
- b. Tenaga kerja, adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi. Biaya tenaga kerja diperhitungkan terhadap

waktu kerja.

- c. *Overhead*, terdiri dari macam-macam elemen, seperti pembebanan bagi operasi 13 perusahaan misalnya pemasaran, kompensasi pimpinan, sewa kantor, termasuk pajak, asuransi, administrasi.

3) Fungsi

Fungsi adalah apa saja yang dapat diberikan atau dilakukan oleh suatu produk yang dapat digunakan untuk bekerja. Fungsi tak perlu adalah apa saja yang diberikan dan tidak mempunyai nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar atau nilai estetika (Crum, 1971).

Arti fungsi sangat penting dalam studi *re-engineering*, karena tujuan dari studi ini untuk mendapatkan alternatif desain terbaik dengan biaya terendah dan tidak mengurangi nilai fungsi. Untuk mengidentifikasi fungsi, L.D Miles menerangkan sebagai berikut:

- a) Suatu sistem memiliki berbagai macam fungsi yang dibagi menjadi 2 kategori berikut ini:
 - Fungsi dasar, yaitu alasan pokok sistem itu terwujud. Misalkan kendaraan truk, fungsi pokoknya adalah sebagai alat pengangkut, dan inilah yang mendorong produsen membuatnya. Bila suatu peralatan kehilangan fungsi dasarnya, berarti alat tersebut akan kehilangan nilai jual dipasaran.
 - Fungsi kedua adalah kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya. Fungsi kedua kadang-kadang menimbulkan hal-hal yang tidak disukai. Misalnya untuk menggerakkan truk dipilih mesin diesel yang relatif murah bahan bakarnya, akan tetapi mengeluarkan asap hitam yang tidak disukai.
 - Fungsi tak perlu adalah apa saja yang diberikan dan tidak diberikan mempunyai nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar dan nilai estetika.
- b) Untuk mengidentifikasi fungsi dengan cara yang mudah adalah dengan menggunakan kata kerja dan kata benda seperti yang terlihat pada tabel

berikut.

Tabel 2.4. Identifikasi fungsi

Nama benda	Fungsi	
	Kata Kerja	Kata Benda
Crane	Mengangkut, memindah	Barang
Genteng	Menahan	Air, Sinar matahari
Pondasi	Menerima, menyalurkan	Beban

Sumber: Iman Soeharto, 2001

2.2.4 Tahapan Re-engineering

Tahapan- tahapan dalam pelaksanaan *re-engineering* adalah sebagai berikut:

1) Tahapan informasi

Tahap informasi dilakukan dengan mengumpulkan informasi mengenai objek penelitian untuk mencari item-item pekerjaan yang mempunyai bobot pekerjaan yang besar atau memerlukan biaya yang tinggi untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Tahap informasi ini dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain:

- *Breakdown*

Pada model ini sistem dipecah dari elemen tertinggi sampai elemen terendah, dengan mencantumkan biaya dan waktu untuk tiap elemen untuk melukiskan distribusi.

- Analisis fungsi

Analisis fungsi merupakan bagian penting dalam rekayasa ulang karena pada bagian inilah yang membedakan rekayasa ulang dengan Teknik penghematan biaya lainnya. Analisis fungsi dilakukan dengan mengidentifikasi fungsi yang terdiri dari kata kerja dan kata benda. Langkah selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tukar dengan nilai primer atau yang sering dikenal dengan sebutan indeks nilai. Menurut Sabrang (1998) indeks nilai adalah perbandingan antara nilai tukar (Nt) atau harga barang atau jasa semula dengan nilai primer (Np) atau harga barang atau jasa

untuk komponen-komponen yang mendukung fungsi primer barang

atau jasa tersebut dengan ketentuan sebagai berikut:

- $N_t / N_p < 1$, maka *re-engineering* tidak layak dilakukan, upaya akan mengalami kerugian,
- $N_t / N_p = 1$, maka *re-engineering* tidak layak dipertimbangkan untuk dilakukan, karena upaya akan *break even*.
- $N_t / N_p > 1$, maka *re-engineering* layak dipertimbangkan untuk dilakukan.

2) Tahap kreatif

Tahap kreatif rekayasa ulang dilakukan dengan melakukan eksplorasi ide-ide dan gagasan alternatif. Metode yang digunakan pada tahap ini adalah studi kepustakaan dan teknik *brainstorming*.

3) Tahap Analisis

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

- Metode Analisis Uji Keabsahan Data

Dalam penelitian kuantitatif, kriteria utama terhadap data hasil penelitian adalah valid, reliabel dan obyektif. Data yang valid adalah data “yang tidak berbeda” antar data yang dilaporkan oleh peneliti dengan data yang sesungguhnya terjadi pada obyek penelitian. Data dapat dinyatakan reliabel apabila peneliti dalam obyek yang sama menghasilkan data yang sama, atau peneliti sama dalam waktu berbeda menghasilkan data yang sama, atau sekelompok data bila dipecah menjadi dua akan menunjukkan data yang tidak berbeda, sedangkan data yang obyektif merupakan data yang didapat dari pengamatan, observasi maupun pengukuran langsung pada obyek penelitian.

- Metode Analisis Waktu
Analisis waktu dihitung dengan menggunakan *time schedule* (penjadwalan) yang dibuat pada *Microsoft Project*.
- Metode Analisis Biaya
Analisis biaya dihitung dengan membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibuat pada *Microsoft Excel*.
- Metode Analisis Komparatif
Analisis komparatif dilakukan dengan cara membuat analisis pareto dan metode optimasi. Pada hukum pareto berbunyi 80% dari biaya dan waktu total dikandung oleh 20% komponennya. Selanjutnya dilakukan metode optimasi untuk menentukan alternatif ide yang terbaik.

4) Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi adalah tahap terakhir dalam penelitian tugas akhir ini, yaitu dengan memberikan rekomendasi alternatif ide yang telah dipilih berupa metode kerja yang efektif dan efisien.

2.2.5 Metode Kerja

1) Pengertian Metode Kerja

Metode kerja merupakan serangkaian kegiatan yang diperlukan untuk mengolah ataupun merubah sekumpulan masukan menjadi sejumlah keluaran yang memiliki nilai tambah (*added value*). Pengolahan ataupun perubahan yang terjadi bias secara fisik atau non fisik, dimana perubahan tersebut bias terjadi terhadap bentuk, dimensi, maupun sifat- sifatnya. Nilai tambah yang dimaksud adalah nilai dari keluaran yang bertambah dalam pengertian nilai fungsional dan atau nilai ekonomisnya (Sritomo, 1995).

Metode kerja adalah cara kerja atau cara untuk melaksanakan pekerjaan. Metode kerja yang baik adalah yang sederhana, mudah, dan dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan, sedangkan metode kerja yang tidak baik, dapat menimbulkan kesalahan dalam pekerjaan yang dilaksanakan (SNI-DT-91).

Dari pengertian diatas maka dapat dikatakan bahwa metode kerja merupakan suatu cara kerja atau kegiatan yang dilakukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan secara efektif dan efisien sehingga didapatkan suatu output yang optimal.

2) Perbaikan Metode Kerja (*Methods Improvement*)

Perbaikan Metode Kerja adalah proses dimana pekerjaan dianalisis untuk meningkatkan produktivitas kerja. Analisa dilakukan dengan mengidentifikasi metode (*methods analysis*) yang berlangsung saat ini kemudian merancang dan menerapkan metode kerja yang lebih efektif dan efisien dengan tujuan akhir adalah waktu penyelesaian yang lebih singkat dan cepat (Lawrence, 2000)

Analisa metode kerja dimaksudkan untuk mempelajari prinsip- prinsip dan teknik pengaturan kerja yang optimal dalam suatu system kerja. Yang dimaksudkan dengan system kerja adalah system dimana komponen-komponen kerja seperti manusia, mesin, material, serta lingkungan kerja fisik akan berinteraksi (Lawrence, 2000).

2.3 Pengertian Proyek

Proyek adalah aktivitas sementara dengan waktu mulai dan selesai tertentu. Menurut Dimiyati dan Nurjaman (2014) dalam penelitian Fadhol Yudhagama (2020), proyek adalah usaha sementara untuk menciptakan produk atau jasa yang unik. Banyak orang sering terlibat dalam proyek, dan kegiatan mereka saling berhubungan. Sponsor utama proyek biasanya berkaitan dengan penggunaan sumber daya yang efisien dan penyelesaian proyek yang efisien.

Manajemen proyek adalah organisasi atau individu multidisiplin. Keberhasilan suatu proyek bergantung pada manajemen konstruksi sendiri mengelola dan menggunakan semua sumber daya yang tersedia untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan mengambil tindakan ketika muncul masalah yang tidak perlu. Manajemen proyek juga memiliki suatu metode yang bertujuan mengelola suatu proyek dengan efektif dan efisien. Manajemen Proyek dilaksanakan dengan tahapan planning, initiating,

executing, controlling dan monitoring. Dalam metode pelaksanaannya proyek dibatasi oleh permasalahan yang bersifat saling mempengaruhi yaitu waktu, biaya, dan mutu. Dimana keseimbangan diantara ketiga tersebut mempengaruhi kualitas pengerjaan proyek. Salah satu perubahan faktor tersebut juga akan mempengaruhi faktor lainnya. Maka dari itu perlu suatu pelaksanaan yang lebih baik sehingga perpaduan ketiganya dapat sesuai dengan yang diharapkan (Kusuma Tama,2020).

Manajemen proyek dianggap berhasil jika memenuhi kriteria berikut dan mencapai tujuan yang dimaksudkan (Sutomo et al., 2016).

- a. Waktu yang ditentukan.
- b. Biaya yang dianggarkan.
- c. Kualitas mutu yang telah ditentukan.

Proses perencanaan pelaksanaan konstruksi adalah bagaimana cara menentukan jasa atau produk dengan memilih jenis teknologi dan metode konstruksi yang harus diterapkan. Proyek konstruksi dikatakan berhasil jika mampu menyusun perencanaan yang lengkap dan matang.

2.3.1 Tahap - Tahap dalam Proyek Konstruksi

Pekerjaan konstruksi memiliki jalan yang panjang, merupakan kegiatan yang harus mengatasi berbagai kendala, dan banyak hal juga terlibat dalam pekerjaan konstruksi beberapa hal saling terkait. Biasanya dihasilkan oleh permintaan. Dari munculnya ide, pertimbangkan kelayakan fungsi, keputusan konfigurasi, jelaskan persyaratan lebih detail, elaborasi dalam bentuk draf pertama, keputusan draf, temukan kandidat untuk eksekusi (Jurianto, 2008).

2.3.2 Tahapan Perencanaan Proyek Konstruksi

Tujuan dari tahap ini adalah meyakinkan pemilik proyek (*owner*) bahwa konstruksi yang direncanakan layak untuk dijalankan (Sutomo et al., 2016).

2.3.3 Studi Kelayakan (*Feasibility Study*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk meyakinkan klien tentang kelayakan konstruksi yang direncanakan.

Kegiatan yang dilakukan pada studi ini antara lain sebagai berikut:

- a. Menyusun kasar rancangan proyek dan juga estimasi biaya proyek tersebut.
- b. Memberitahu dampak positif proyek.
- c. Menyusun analisis kelayakan proyek dari segi *finansial*.
- d. Menganalisis dampak lingkungan yang akan terjadi jika proyek dikerjakan.

2.3.4 Tahap Penjelasan (*Briefing*)

Tujuan dari tahap ini adalah kepada pemilik proyek (*owner*) untuk menjelaskan anggaran dan konsultan perencana untuk kapasitas proyek untuk dapat menjelaskan kegiatan yang dilakukan adalah:

- a. Mengembangkan jadwal kerja dan pekerja
- b. Mempertimbangkan kondisi lokasi, kebutuhan proyek dan rencana biaya, kualitas dan waktu.
- c. Mempersiapkan *Time Schedule*.
- d. Mempersiapkan sketsa dan lingkup proyek.

2.3.5 Tahap Perancangan (*Design*)

Tujuan perancangan (*Design*) yaitu melengkapi penjelasan proyek dan memberi gambaran umum proyek.

Kegiatan yang dilaksanakan yaitu :

- a. Memeriksa masalah teknis dan non teknis.
- b. Mengembangkan ikhtisar proyek.
- c. Mempersiapkan rancangan akhir proyek.

2.3.6 Tahap Pengadaan/Pelelangan (*Tender*)

Maksud tujuan dujuan dari tahapan ini adalah mencari kontraktor dan subkontraktor untuk mengerjakan proyek konstruksi.

Kegiatan yang dilakukan adalah :

- a. Prakuifikasi
- b. Dokumen Kontrak

2.3.7 Tahap Pelaksanaan (*Construction*)

Maksud tujuan dari tahapan ini ialah menciptakan gedung yang ingin dirancang oleh pemilik dari segi biaya, kualitas, dan waktu.

Kegiatan implementasi meliputi:

- a. Mengkoordinasikan seluruh kegiatan dalam proyek.
- b. Mengkoordinasikan para *Sub-Kontraktor* dan *Engineering*.

2.3.8 Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan

Maksud tujuan dari langkah pemeliharaan dan prapenghunan ialah untuk memastikan kesesuaian gedung yang sama sesuai dokumen kontrak yang disepakati kedua belah pihak.

Kegiatan yang dilakukan adalah :

- a. Mempersiapkan laporan selama pekerjaan berlangsung.
- b. Meneliti dan memperbaiki bangunan apabila kerusakan terjadi.
- c. Mempersiapkan petunjuk operasional dan pemeliharaan bangunan.
- d. Melatih dan memberi *edukasi* kepada staf untuk melakukan pemeliharaan.

2.4 Metode Kerja Proyek

Metode adalah proses atau metode yang digunakan untuk mencapai tujuan tertentu Implement adalah alasan atau kegiatan tertentu untuk mencapai rencana atau rencana Konstruksi adalah kegiatan membangun atau membangun infrastruktur untuk mencapai suatu tujuan Metode khusus yang digunakan dalam pekerjaan proyek penggunaan akhir ini ialah menganalisa manajemen waktu dengan berpedoman *time schedule* proyek, kemudian menganalisa manajemen biaya melalui rancangan anggaran biaya yang digunakan pada proyek tersebut. Analisa manajemen waktu dan juga manajemen biaya ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi dan efektivitas proyek yang sedang berjalan serta mengetahui metode kerja yang lebih optimal (Onibala et al., 2018).

Tabel 2.2. Contoh Rencana Anggaran Biaya.

NO	LOKASI PEKERJAAN	TOTAL HARGA (Rp.)			
		KONTRAK	MC 0	MC 1	MC 2
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	5,163,711,880.00	5,167,228,680.00	5,167,228,680.00	5,055,557,800.00
B	BENDUNG GLAPAN	107,028,039,205.00	89,216,559,327.00	86,276,345,180.10	97,112,668,959.41
C	SALURAN INDUK GLAPAN TIMUR	19,012,617,391.00	12,286,918,605.00	11,797,384,305.70	10,741,829,334.32
D	SALURAN SEKUNDER	106,279,795,741.00	134,527,022,604.00	137,218,340,834.19	129,896,444,035.77
1	Saluran Sekunder DANGI		28,150,761,383.00	22,905,836,651.53	20,442,952,245.84
2	Saluran Sekunder JABUNG MLAYUT		5,408,716,725.00	5,483,029,694.55	5,234,210,581.65
3	Saluran Sekunder TUNGU		2,159,392,969.00	2,229,025,087.76	1,994,161,819.59
4	Saluran Sekunder MANGGAR		4,841,844,870.00	5,095,359,916.00	4,917,797,989.39
5	Saluran Sekunder DELOK		7,655,962,691.00	7,185,408,432.07	6,669,701,941.99
6	Saluran Sekunder TLOGOPRING		2,030,769,418.00	1,772,605,140.02	2,218,598,068.16
7	Saluran Sekunder DORENG		24,814,319,441.00	32,193,757,591.45	34,794,979,322.07
8	Saluran Sekunder KARANGROWO		1,572,164,053.00	1,703,728,219.94	28,951,769.94
9	Saluran Sekunder LELES		5,146,008,731.00	4,889,300,712.50	4,528,119,011.45
10	Saluran Sekunder KENDALDOYONG		10,215,241,577.00	12,933,376,766.37	13,737,989,188.82
11	Saluran Sekunder GROGOL		1,283,936,957.00	1,512,915,936.30	1,100,540,935.95
12	Saluran Sekunder KAUMAN		7,805,090,074.00	5,253,649,400.62	4,190,565,456.44
13	Saluran Sekunder BONANGREJO		18,833,359,797.00	16,485,178,856.34	12,778,087,739.03
14	Saluran Sekunder MLILIR		3,233,422,948.00	1,687,419,565.26	1,193,914,326.72
15	Saluran Sekunder JEKETRO		759,541,891.00	730,291,560.08	372,145,760.04
16	Saluran Sekunder METESEH		509,205,756.00	828,325,831.59	5,349,426.33
17	Saluran Sekunder PRIGI		7,955,689,923.00	12,177,538,071.80	11,748,108,188.82
18	Perbaikan Pintu Air		2,151,593,400.00	2,151,593,400.00	3,940,270,263.54
E	JALAN INSPEKSI	9,384,840,000.00	5,671,275,000.00	6,409,705,000.00	4,062,503,870.25
	JUMLAH	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00

(Sumber: Dokumen Proyek)

2.5 Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi atau bangunan yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Secara umum jembatan mempunyai 3 bagian utama, yaitu konstruksi bagian atas (*superstructure*), konstruksi bagian bawah (*substructure*), dan pondasi (*foundation*).

Konstruksi bagian atas (*superstructure*) adalah bagian jembatan yang berfungsi untuk menerima beban secara langsung. Beban-beban tersebut meliputi beban sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu-lintas kendaraan, beban pejalan kaki, dan beban-beban lain yang berada di atas jembatan tersebut. Konstruksi bagian bawah (*substructure*)

ialah bagian jembatan yang berguna untuk mendukung konstruksi *superstructure*, sedangkan pondasi (*foundation*) merupakan bagian jembatan yang berperan untuk memikul keseluruhan dari beban jembatan. Secara umum jembatan dapat digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu :

1. Berdasarkan lokasi
 - a. Jembatan di atas jalan (*fly over*)
 - b. Jembatan di atas sungai atau danau
 - c. Jembatan di atas lembah
 - d. Jembatan di dermaga (*jetty*)
 - e. Jembatan di atas saluran irigasi atau drainase (*culvert*)
2. Berdasarkan fungsi
 - a. Jembatan jalan raya (*highway bridge*)
 - b. Jembatan pejalan kaki atau penyeberangan (*pedestrian bridge*)
 - c. Jembatan jalan kereta api (*railway bridge*)
3. Berdasarkan bahan konstruksi
 - a. Jembatan beton prategang (*prestressed concrete bridge*)
 - b. Jembatan komposit (*composite bridge*)
 - c. Jembatan kayu (*log bridge*)
 - d. Jembatan baja (*steel bridge*)
 - e. Jembatan beton (*concrete bridge*)
4. Berdasarkan tipe struktur
 - a. Jembatan pelengkung (*arch bridge*)
 - b. Jembatan plat (*slab bridge*)
 - c. Jembatan cantilever (*cantilever bridge*)
 - d. Jembatan plat berongga (*voided slab bridge*)
 - e. Jembatan gelagar (*girder bridge*)
 - f. Jembatan rangka (*truss bridge*)
 - g. Jembatan kabel (*cable stayed bridge*)
 - h. Jembatan gantung (*suspension bridge*)

Pekembangan teknologi pembangunan jembatan bentang panjang diperlukan mengingat pembangunan jembatan bentang besar yang akan

menyeberangi sungai-sungai lebar dan yang akan menghubungkan pulau-pulau di nusantara sudah sangat dibutuhkan. Oleh karena itu, diperlukan penguasaan teknologi jembatan baik dari aspek peralatan, material maupun perencanaannya mutlak dibutuhkan. Dalam melakukan suatu perencanaan jembatan bentang panjang seorang perencana disarankan untuk menggunakan dan menguasai teknologi material yang kuat dan ringan sehingga mampu menahan beban-beban yang bekerja pada jembatan. Material kuat dan ringan tersebut yang sering dipakai pada konstruksi jembatan umumnya berupa komponen kabel baja atau *strand*. Teknologi material kabel ini mempunyai kinerja yang baik dan saat ini sudah banyak digunakan pada jembatan *cable stayed*.

2.5.1 Macam – Macam Jembatan

Ada banyak desain jembatan yang berbeda disesuaikan dengan tujuan yang beragam dan berlaku untuk situasi yang berbeda. Desain jembatan bervariasi tergantung pada fungsi jembatan, sifat dari medan dimana jembatan dibangun dan berlabuh, bahan yang digunakan untuk membuatnya, dan dana yang tersedia untuk membangun jembatan tersebut. Salah satu jembatan paling tertua di dunia dan masih berdiri kokoh hingga saat ini adalah jembatan *The Zhaozhou Bridge* atau dikenal dengan jembatan “*Anji Bridge*”. Jembatan tersebut dibangun pada 605 AD. Jembatan yang berdiri di Cina tepatnya berlokasi di Zhaoxian Country, provinsi Hebei ini dibuat dari tumpukan balok batu dengan pola melengkung dan usia jembatan tersebut sudah lebih dari 1400 tahun.

Setiap negara di dunia rasanya hampir tidak ada yang memiliki jembatan, baik itu jembatan buatan maupun jembatan alami. Hal ini dikarenakan jembatan merupakan salah satu fasilitas yang fundamental bagi kegiatan manusia untuk sampai pad atempat yang dituju dengan jarak yang lebih cepat. Seperti halnya antara dua daerah yang terpisah sungai ataupun lautan dan pegunungan. Dua hal yang menjadi konsep dsar yang harus diperhatikan dalam membuat jembatan yakni tegangan dan kompresi. Setiap jembatan di dunia menerapkan konsep untuk mengurangi semaksimal

mungkin tegangan dan kompresi tersebut agar tidak terjadi tekuk dan gertakan.

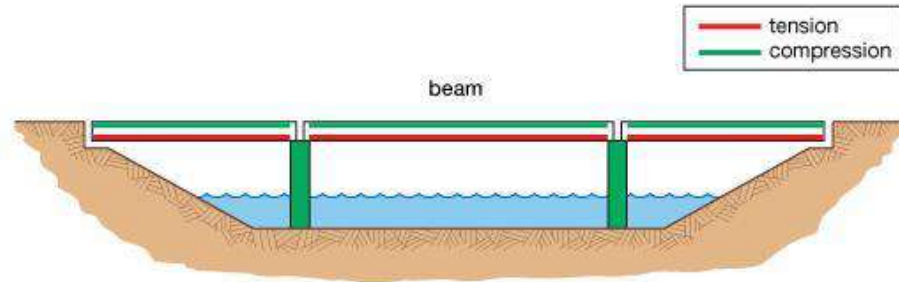
Tegangan bekerja pada struktur jembatan, mengakibatkan stress tensional atau bisa dianalogikan dengan rel kereta akan memanjang jika dipanaskan. Sedangkan kompresi kebalikan dari tegangan yang disebut stress kompresional atau bisa dianalogikan dengan saat musim dingin atau malam hari kabel listrik akan menegang atau menyusut. Tekuk terjadi ketika kompres mengatasi kemampuan suatu objek untuk bertahan dari beban. Gertakan adalah apa yang terjadi ketika ketegangan melampaui kemampuan suatu objek untuk menangani kekuatan memanjang.

Cara terbaik untuk menangani hal tersebut adalah dengan menghilangkan atau mentransfernya. Dengan disipasi, desain memungkinkan kekuatan yang akan tersebar merata di wilayah yang lebih besar, sehingga tidak ada satu tempat menanggung beban terkonsentrasi berlebih. Seperti hanya menekan satu per kue brownis yang dihabiskan setiap hari dalam satu minggu, dengan memakan kue tersebut di sore hari dalam satu hari akan menimbulkan perbedaan. Sehingga dengan disipasi, jembatan akan bertahan sangat lama karena pengaruh tekuk dan gertakan terminimalisir.

Jembatan pada umumnya dibuat dari uang punlik yang memiliki tiga tujuan kepentingan dalam desain diantaranya efisiensi, ekonomis dan keanggunan. Efisiensi adalah prinsip ilmiah yang menempatkan nilai pada pengurangan bahan sambil meningkatkan kinerja. Ekonomi adalah priinsip sosial yang menempatkan nilai pada ekspresi pribadi dari desainer tanpa megorbankan kinerja atau ekonomi.

Berikut adalah macam-macam jembatan yang ada:

1. Jembatan Beam (balok-balok)



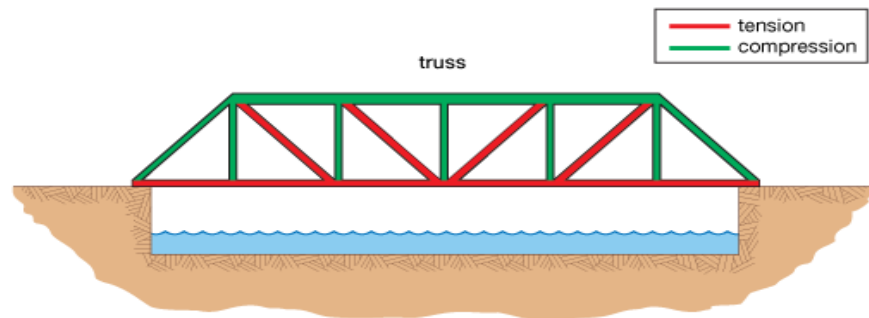
© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Gambar 2.3 Jembatan Beam (Balok – Balok)

Jembatan ini juga disebut dengan jembat Grider yang merupakan desain jembatan paling sederhana diantara jembatan modern saat ini. Jembatan ini terdiri dari balok jalan horizontal yang ditumpu oleh balok batu yang menahan jalanan horizontal tersebut. Balok penumpu yang disimpan ini menahan atau melawan gaya berat ke bawah dari badan jalan serta beban yang berada di atasnya. Balok penumpu yang digunakan terbuat dari beton dengan kekuatan kompresi baik serta batang baja tertanam dalam menahan kekuatan ketegangan.

Model jembatan ini lebih cocok untuk jarak dekat saja, seperti untuk menghubungkan jalan yang terpisah (sungai). Selain itu, jika struktur jalan semakin panjang maka balok penumpu harus lebih banyak dibuat secara sistematis untuk menahan beban agar tidak mudah roboh karena tegangan dan kompresi. Biasanya jembatan ini diperuntukan bagi jalan kereta api, penghujung abtar desa yang terpisah sungai.

2. Jembatan Truss (gulungan)



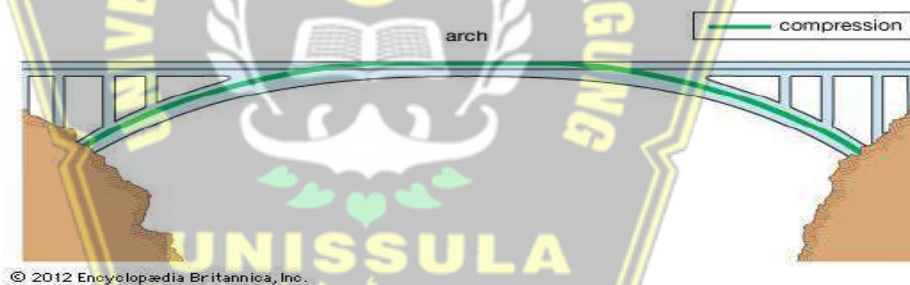
© 2012 Encyclopædia Britannica, Inc.

Gambar 2.4 Jembatan Truss (gulungan)

Menurut (Satyarno, 2003) jembatan rangka dibuat dari struktur rangka yang biasanya terbuat dari bahan baja dan dibuat dengan menyambung beberapa batang dengan las atau baut yang membentuk pola-pola segitiga. Jembatan ini dikenal dengan jembatan Beam with Truss yang merupakan desain versi lebih kokoh dibandingkan dengan jembatan Beam Bridge. Hal tersebut dikarenakan adanya Truss atau kerangka yang umumnya berbentuk triangular untuk beban lebih baik.

Bagian paling atas dari balok mendapatkan kompresi yang lebih tinggi dan bagian paling bawah dari balok mengalami tegangan tertinggi. Oleh karena itu, penambahan Truss akan meminimalisir kompresi dan tegangan. Sedangkan desain Truss biasanya varian dari segitiga, menciptakan kedua struktur yang sangat kaku dan salah satu fungsinya mentransfer beban dari satu titik ke daerah yang jauh lebih luas sehingga tidak bertumpu pada satu titik.

3. Jembatan Arch (lengkungan)



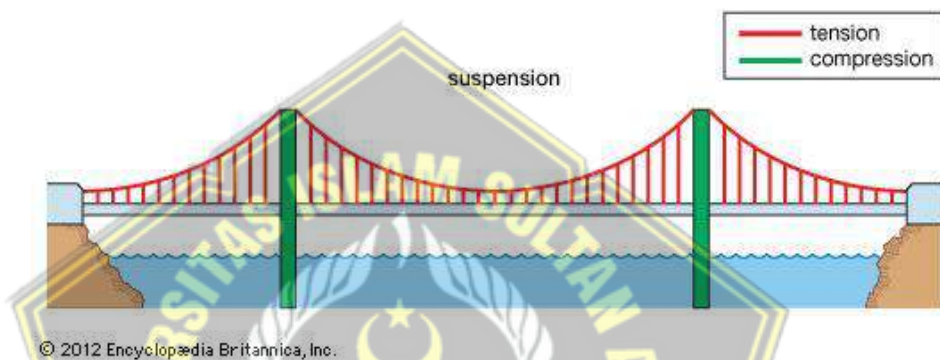
Gambar 2.5 Jembatan Arch (lengkungan)

Jembatan ini memiliki desain melengkung setengah lingkaran seperti penahan atau bentuk parabola. Meski desain lebih rumit namun dalam proses pembuatannya lebih sedikit memerlukan material bangunan dibandingkan model Beam Bridge. Sebab bentuknya seperti parabola atau lengkungan. Maka kompresi terletak pada dua arah yaitu horizontal dan vertical. Sehingga bahan dari lengkungan tersebut harus sangat kuat. Namun yang paling mengangumkan dari jembatan ini adalah memiliki kekuatan luar biasa, bahkan lebih kuat dibandingkan Truss Bridge. Hal ini dikarenakan kompresi akan disebarakan merata melalui seluruh bentuk

lengkungan seperti tampak gambar diatas, komponen jembatannya langsung menahan tekanan.

Kurva alami dari lengkungan dan kemampuannya dari kekuatan luar sangat mengurangi efek ketegangan pada bagian bawah lengkungan. Tetapi semakin besar tingkat kelengkungan semakin besar pula efek ketegangan pada bagian bawah jembatan. Membangun lengkungan yang cukup besar maka ketegangan di akhir akan menyelip kekuatan alami dari struktur dukungan tersebut.

4. Jembatan Suspension (suspensi)



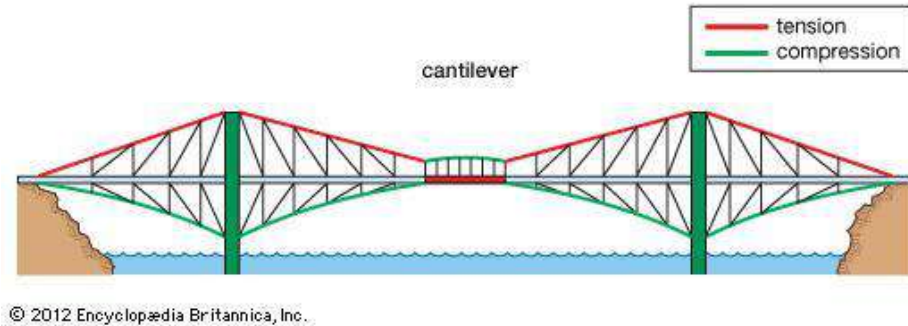
Gambar 2.6 Jembatan Suspension (suspensi)

Jembatan model ini cenderung populer dan mahal, akan tetapi jembatan ini mengesankan sesuatu yang indah, sebab dibangun diatas perairan luas. Jembatan model ini biasa disebut jembatan gantung yang terdiri dari menara dan tali atau kabel atau rantai serta jangkar yang menjadi sebuah system dalam mengurangi tegangan dan kompresi. Sesuai namanya, jembatan ini menahan jalan dengan kabel atau tali atau rantai dari dua menara tinggi. Menara tersebut mendukung sebagian besar berat kompresi yang mendorong ke bawah yang kemudian diteruskan melalui kabel atau tali atau rantai untuk mentransfer kompresi ke menara. Menara tersebut kemudian menghilangkan kompresi langsung ke bumi.

Disisi lain, kabel atau tali atau rantai menerima pasokan tegangan jembatan. Kabel atau tali atau rantai ini menjalar horizontal antara dua jangkar jauh. Jangkar jembatan pada dasarnya berupa batuan padat atau

balok beton besar dimana jembatan ini membumi. Kekuatan tensional diloloskan ke jangkar dan ke dalam tanah.

5. Jembatan Cantilever



Gambar 2.7 Jembatan Cantilever

Jembatan ini umumnya dibuat dengan tiga bentang yaitu bentang luar keduanya berlabuh turun di pantai dan *Cantilver* diatas saluran yang akan menyebrang. Rentang tengah bersandar pada lengan *Cantilver* yang membentang dari rentang luar yang berfungsi membawa beban vertical seperti jembatan Truss.

6. Jembatan Cable-Stayed



Gambar 2.8 Jembatan Cable-Stayed

Jembatan ini hampir sama dengan jembatan gantung, namun perbedaannya terletak pada bagaimana kabel terhubung ke menara. Pada jembatan suspense, kabel naik bebas melintasi menara, transmisi beban dengan pengangkeran di kedua ujung. Dalam jembatan ini kabel yang melekat pada menara menanggung sendiri bebannya.

7. Jembatan The Living



Gambar 2.9 Jembatan The Living

Jembatan tersebut merupakan jembatan alami yang terbuat dari pepohonan yang merambat seperti akar.

2.5.2 Struktur Desain Konstruksi Jembatan Beton

Jembatan merupakan suatu konstruksi yang sangat dibutuhkan untuk menghubungkan dari suatu daerah dengan daerah lainnya yang terpisah karena terdapat beberapa rintangan seperti sungai, lembah, jurang, dan lain sebagainya. Maka bisa disimpulkan bahwa fungsi utama dari jembatan itu sendiri adalah untuk memudahkan akses distribusi dan transportasi di lain pulau ataupun daerah dan juga bisa memperpendek jarak.

Perencanaan konstruksi jembatan terdapat dua bagian yang menjadi titik fokus diantaranya yaitu bangunan bagian bawah yang dikenal dengan sub struktur serta bangunan bagian atas yang dikenal sebagai super struktur. Jembatan sendiri terdiri dari berbagai macam material pembuatannya, dan salah satu jenis jembatan yang banyak digunakan adalah jembatan beton bertulang. Jembatan beton bertulang adalah jembatan yang materialnya terbuat dari beton dan pada umumnya digunakan untuk konstruksi jalan raya dan biasanya memiliki bentang sekitar 15 meter hingga 25 meter.

Struktur pada jembatan beton bertulang yaitu terdiri dari bangunan atas, landasan, bangunan bawah, pondasi, oprit, serta bangunan pengaman jembatan dan biasanya struktur pondasi beton bertulang tebal hingga 25 cm.

2.5.3 Perhitungan Beban dalam Perencanaan Jembatan

Dalam perencanaan pembangunan sebuah jembatan, tentu terdapat berbagai macam perhitungan yang perlu dilakukan, salah satunya adalah perhitungan beban.

a. Beban Primer

Beban primer di sini dimaksudkan pada muatan utama di mana perhitungan tegangan dalam jembatan ini mencakup beban hidup, beban kejut, dan juga beban mati.

b. Beban Mati

Beban mati berarti beban dari jembatan itu sendiri di mana hal ini menggunakan nilai berat volume untuk bahan – bahan bangunan.

c. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang bergerak seperti kendaraan atau muatan yang berlalu lalang melewati jembatan tersebut.

d. Beban Kejut

Selanjutnya adalah beban kejut di mana beban kejut dimaksudkan pada pengaruh getaran, tegangan yang dikalikan dengan koefisien kejut.

e. Beban Sekunder

Kemudian beban yang terakhir yaitu beban sekunder atau beban muatan sementara yang bisa mengakibatkan tegangan – tegangan. Beban sekunder di sini bisa berupa angin, gaya rem, serta juga bisa perbedaan suhu yang juga bisa berpengaruh pada ketahanan dari jembatan itu sendiri.

2.5.4 Sifat & Karakteristik Beton Bertulang

Berikut ini adalah beberapa sifat dan karakteristik dari beton bertulang :

a. Lentur

Beton bertulang memiliki daya tarik lentur dan kekuatan kelenturannya inilah yang menjadikan beton menjadi kuat dan tahan meski masih berumur 28 hari.

b. Daya Tekan Kuat

Hal ini adalah elemen paling penting, di mana beton dikenal memiliki daya tekan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan material lainnya. Daya tekan untuk jembatan beton bertulang pada umur 28 hari bisa mencapai 20 MPa, sementara untuk beton prategang bahkan bisa mencapai 30 MPa.

c. Awet & Tahan Lama

Berbeda dengan material lainnya yang bisa mengalami pelapukan, material beton tentu lebih kuat dan awet karena tidak mudah mengalami pelapukan, sehingga masa pakainya bisa digunakan selama bertahun – tahun lamanya.

2.5.5 Penyebab Jembatan Runtuh



Gambar 2.10 Jembatan Runtuh

Terdapat beberapa penyebab jembatan menjadi runtuh, antara lain:

1. Angin

Sebuah jembatan dengan bentangan panjang dirancang agar mampu menahan beban serta tarikan grafitasi bumi juga supaya

tahan terhadap tiupan angin yang berasal dari samping. Sebuah konstruksi jembatan gantung harus bisa bertahan terhadap osilasi yang terjadi akibat resonansi dari alam yang berasal dari tiupan angin. Robohnya jembatan akibat tiupan angin terjadi pada jembatan Tacoma Bridge yang panjangnya 2700 kaki jembatan terbuat dari baja karbon di design sedemikian rupa untuk bisa menahan derasnya tiupan angin. Angin sebesar apapun akan dialihkan tiupannya ke bagian atas atau bawah jembatan.

Jembatan tersebut selesai dibangun pada bulan Juni 1940 seminggu kemudian pada 1 Juli digunakan untuk lalu lintas umum. Namun yang terjadi dengan tiupan angin berkelajuan 40 mil/jam (64 km/jam). Kedua sisi jembatan terlilit pada arah yang berbeda sementara bagian tengah jembatan sebagai poros atau sumbu kedua gerakan melilit ini dikenal dalam ilmu fisika sebagai gerakan torsional atau disebut juga getaran torsional modulus. Jadi badan jembatan terpelintir seperti kue tambang akhirnya spoiler jembatan atau kawat logam besar sebagai penggantung putus sehingga badan jembatan jatuh ke sungai.

Sebagai dugaan atau hipotesis penyebab robohnya jembatan adalah frekuensi resonansi untuk jembatan. Berdasarkan bahan serta design sebuah jembatan akan menghasilkan frekuensi resonansi atau osilasi jembatan sama dengan osilasi alam yang disebabkan angin. Pada frekuensi ini kekuatan kecil bila frekuensinya sama maka akan mampu menghasilkan efek kerusakan yang sangat besar.

2. Gempa Bumi

Gempa tektonik yang sering melanda negara-negara yang berada dekat pertemuan lempeng samudra dan benua seperti Indonesia sering sekali merusak infrastruktur bangunan termasuk jembatan. Seperti yang terjadi di Yogyakarta dan sekitarnya pada

tanggal 27 Mei 2006 dan gempa bumi Sumatra Barat 30 September 2009.

3. Banjir Bandang

Banjir yang bisa merobohkan jembatan adalah banjir bandang atau banjir lahar. Contoh banjir bandang seperti yang terjadi di Melanda Kota Depas 8 November 2011. Dan banjir lahar dingin dari gunung Merapi yang melewati Kali Opak 4 Januari 2011 sudah merobohkan dua jembatan.

4. Tsunami

Sebuah jembatan bisa saja dirancang untuk tahan terhadap gempa tapi dengan kekuatan dorongan air akibat gelombang tsunami banyak bangunan yang tidak tahan sampai ambruk termasuk jembatan seperti yang terjadi di Jepang 11 Maret 2011.

5. Perang

Dalam sebuah peperangan sering kali demi strategi untuk memenangkan perang sebuah jembatan sengaja di robohkan dengan cara di ledakkan atau di bom. Baik itu di wilayah sendiri maupun di wilayah lawan.

6. Lapuk atau jembatan sudah tua

Jembatan yang lapuk karena usia tua serta tidak terawat sering kali roboh sampai mengakibatkan korban jiwa seperti yang terjadi di India pada tanggal 22 Oktober 2011 yang menewaskan 32 orang serta ratusan lainnya terluka.

7. Konstruksi yang tidak layak

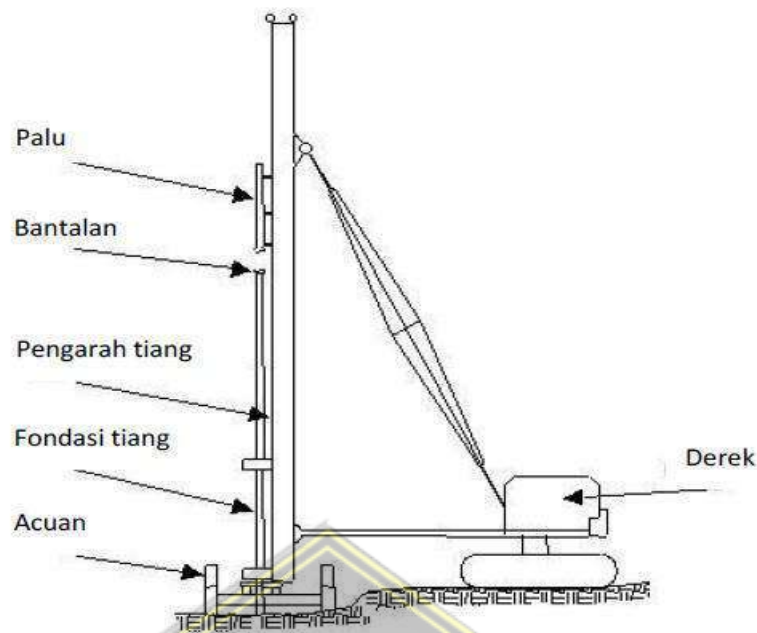
Konstruksi jembatan yang tidak layak bisa mengakibatkan sebuah jembatan roboh sebagai contoh dugaan sementara untuk jembatan Kutai Kartanegara yang menyebrangi sungai Mahakam adalah kesalahan konstruksi atau konstruksi yang tidak layak. Kalau praduga boleh-boleh saja kan adapun benar tidaknya tergantung dari hasil investigasi serta penelitian. Praduga ini oleh

para ahli dimungkinkan karena secara ilmiah tidak ada faktor alam seperti yang sudah disebutkan diatas yang mempengaruhinya serta jembatan tersebut baru berdiri selama 10 tahun. terhitung masih muda untuk ukuran sebuah jembatan. Tapi penyebab pastinya harus menunggu dari hasil penelitian serta investigasi yang lebih lanjut baik dari segi kontruksi, disign serta bahan-bahan pembuat jembatan.

2.6 Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang merupakan salah satu komponen struktur yang menyalurkan beban statis dan beban konstruksi ke pondasi. Gunakan atau pilih patok yang jauh di bawah permukaan. Kondisi tanah yang berbatu tidak bisa menggunakan pondasi tiang pancang jenis ini. Fondasi tiang dapat dibuat dari kayu keras, beton dan baja (pipa atau profil). Pondasi tiang adalah kolom sederhana yang dirancang untuk pondasi dalam dengan mentransfer beban permukaan ke tanah di bawahnya dimana gesekan antara tiang dan tanah dan/atau penopang ujung tiang tidak sesuai untuk menahan beban yang diberikan oleh struktur. Ketahanan gesek aktual dan kapasitas beban akan bergantung pada kondisi tanah setempat Anda. Pondasi tiang pancang harus memiliki daya dukung statis yang cukup untuk menahan semua beban (beban vertikal, beban lateral, dll.) dan momen yang diteruskan ke tanah (Nurdiani, 2013)

Konstruksi pondasi tiang pancang di tempat membutuhkan penggerak tiang. Penggerak tiang umumnya terdiri dari derek, palu tiang, braket, dan pemandu tiang. Penggerak tiang adalah penggerak tiang yang unik. Penggerak tiang memiliki dua fungsi: itu digunakan untuk memasok daya ke alat bar energi. Fungsi kedua adalah alat ukur untuk menentukan daya dukung tiang pancang (Christian et al., 2011).



Gambar 2.11 Peralatan Pondasi Tiang.

2.6.1 Cara Pemancangan

Ada tiga metode yang digunakan dalam proses pemancangan yaitu menggunakan *drop hammer system*, menggunakan metode *hydraulic jacked piling system* dan metode *Press in Pile*.

a. Metode *drop hammer system* (Pukulan)

Prinsip kerja *drop hammer* adalah menggunakan kabel baja dan winch untuk mengangkat hammer ke ketinggian drop tertentu, lalu membiarkan hammer jatuh bebas ke tumpukan. Tutup (peredam kejut) dipasang pada kepala tiang untuk mencegah kerusakan pada tiang.

Manfaat dari *drop hammer* antara lain:

1. Lebih sedikit investasi
2. Kemudahan penggunaan
3. Kenyamanan, energi satu langkah dapat disesuaikan dengan menyesuaikan ketinggian

Kelemahan dari *drop hammer* adalah :

1. Terlalu bising
2. Tiang rawan pecah
3. Dapat menimbulkan getaran pada sekitarnya

4. Polusi udara.



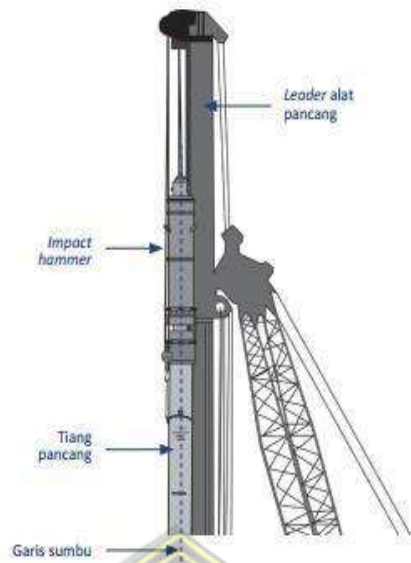
Gambar 2.12 Proses Penegakan Spun Pile.

Penegakan *spun pile* dilakukan dengan menggunakan tali pengikat pada ujung pancang dengan panjang minimal 1 meter.



Gambar 2.13 Setting Kelurusan Spun Pile.

Setting kelurusan dilakukan dengan alat *waterpass* maupun *theodolite* yang di aplikasikan oleh 2-3 orang.



Gambar 2.14 Setting Kelurusan Pada Sumbu Cosentris

(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)



Gambar 2.15 Proses Pemancangan Spun Pile.

Proses pemancangan dengan mesin hammer menggunakan metode pukulan hingga mencapai kedalaman yang telah ditentukan atau mencapai tanah keras.



Gambar 2.16 Proses Penyambungan Spun Pile.

Proses penyambungan spun pile dilakukan dengan metode pengelasan secara melingkar hingga tiang saling tersambung.



Gambar 2.17 Proses Kalendering Spun Pile.

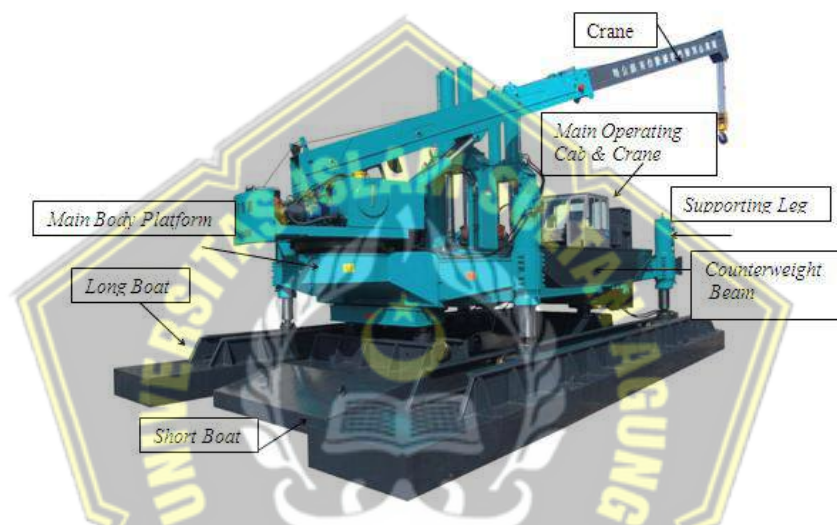
Proses kalendering dilakukan jika pemancangan sudah mencapai titik yang telah dilakukan. Biasanya dilakukan pada saat 10 pukulan terakhir.

b. Metode *hydraulic jacked piling system* (Tekanan)

Sistem terdiri dari silinder hidrolik yang ditempatkan sejajar dengan tiang pancang, alat mekanik berupa pelat penekan yang diletakkan di atas batang dan alat mekanik untuk mengencangkan

(menahan) batang tiang, yang kemudian mendorong batang ke tanah. Sistem ini terus menerus mendorong tiang ke tanah tanpa suara, guncangan, atau getaran.

Sistem hidrolik perlengkapan majemuk ditempatkan di kedua sisi tumpukan, sehingga posisi titik tiang akurat dan tepat. Besar kecilnya diameter piston mesin dongkrak hidrolik tergantung dari kapasitas beban mesin. Tempatkan blok cinder atau besi sebagai beban di setiap sisi pelat pembawa alat dan sesuaikan beban dengan beban yang dikalibrasi untuk rakitan (Jawat, 2016).



Gambar 2.18 *Hydraulic static pile driver*.

(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)

c. Metode *Press in Pile*

Hydraulic Static Pile Driver (HSPD), juga dikenal sebagai "*pre-piling*", adalah metode pondasi tiang pancang modern di lingkungan perumahan yang padat. Ini lebih cepat dan lebih ekonomis.

Keunggulan dari metode *Press in Pile* adalah :

1. Tidak menyebabkan getaran, dan kebisingan lingkungan.
2. Bersih dan tidak menyebabkan polusi udara sehingga lebih ramah lingkungan.
3. Memilliki performa lebih cepat jika dibandingkan dengan *metode hammer*..

4. Pondasi tiang pancang yang terpasang sangat efektif, efisien dan handal terhadap daya dukung pondasi.

Cara kerja pemancangan menggunakan teknologi *Press in Pile* :

1. Bagian tengah tumpukan dijepit dan didorong masuk secara hidrolis.
2. Cukup nyaman untuk menaiki tiang sepanjang 17 meter.
3. Troli seluler teleskopik dan nyaman dapat digunakan untuk merendam tumpukan dengan kedalaman hingga 9 meter.
4. Untuk teknik bawah tanah, metode ini dapat menghemat lebih banyak tiang pancang dan membuat tutup bekerja lebih mudah. Seperti metode penumpukan lainnya, sekitar 1-2 meter dengan tangan (Nurdiani, 2013).



Gambar 2.19 Mesin *Press in Pile*

(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)

2.6.2 Kendala yang Terjadi Pada Pekerjaan Tiang Pancang

Melakukan pekerjaan pondasi di lokasi tidak selalu mudah. Kontraktor mungkin menghadapi kendala selama pekerjaan pemancangan. Berikut adalah beberapa pertanyaan yang sering diajukan terkait dengan penumpukan:

- Pertama, kondisi tanah yang tidak terlalu baik, seperti tanah lunak di lokasi, yang mempengaruhi konstruksi pondasi, dapat terbalik, dan

memerlukan lubang bor baru atau rekonstruksi. Drainase yang memadai diperlukan untuk menstabilkan kondisi tanah lunak. Pekerjaan tanah dilakukan dengan menggali teras dengan lebar yang cukup untuk mencegah beban menjadi terlalu berat. pencemaran tanah itu sendiri. Tumpukan yang digali harus dihilangkan dalam sehari.

- Hambatan kedua adalah kondisi bekas rawa dan TPA yang menyebabkan terjadinya pergerakan horizontal pada saat pemancangan. Bekas rawa dan tempat pembuangan sampah mungkin juga berada di bawah tanah jika curah hujan dan muka air tanah cukup tinggi. Terjadi longsor saat penggalian. Hal ini dapat diatasi dengan dehidrasi yang cukup (Nurdiani, 2013).

2.7 Bekisting

Bekisting merupakan alat untuk membantu mencetak beton dengan ukuran, dan bentuk yang direncanakan. Bekisting harus memiliki syarat kekuatan, kekakuan, mudah dibentuk, stabilitas, dan tahan terhadap cuaca. Bekisting dilakukan pada saat ingin mengecor suatu bangunan dengan bentuk dan ukuran yang direncanakan. Bekisting memiliki beberapa jenis dan karakter yang berbeda-beda. Pertama, bekisting konvensional yang terbuat dari kayu, papan, atau material balok. Kedua, bekisting semi system yang terbuat dari plat baja dan besi *hollow*. Kemudian, Bekisting Sistem adalah bekisting yang dibuat dari pabrik dan Sebagian besar terbuat dari baja (Karya J, 2017).

Berikut adalah jenis-jenis bekisting :

1. Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional mengacu pada bekisting yang bahan utamanya adalah kayu, bahan komposit dan panel, dan bekisting dilepas satu per satu.

Bekisting tradisional atau konvensional adalah bekisting yang pertama kali dikenal, bekisting ini hanya mengandalkan papan kayu/plywood(Triplek), dan kayu kaso. Papan kayu yang umum digunakan biasanya tahan akan kelembapan dan memiliki ketebalan 2 cm

sampai 3 cm, dengan lebar 15 cm sampai 20 cm. Sementara untuk ketebalan triplek bekisting memiliki ketebalan 3 mm sampai 9 mm.



Gambar 2.20 Bekisting Konvensional

(Sumber : dokumen pribadi)

2. Bekisting Semi Sitem

Bekisting semi sistem adalah pondasi Suatu bekisting dibuat dari bahan-bahan yang sesuai dengan struktur beton, yang dapat digunakan kembali tanpa mengubah bentuk dan ukuran struktur beton itu sendiri. Dalam regenerasi insert bekisting itu sendiri.



Gambar 2.21 Bekisting Semi Sistem.

(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)

3. Bekisting Sistem

Bekisting sistem, juga dikenal sebagai templat sistem keseluruhan, adalah templat yang lebih dikembangkan daripada templat umum yang

dibuat di pabrik. Tujuan penggunaan templat sistem adalah agar dapat digunakan kembali. Kecepatan eksekusi templat sistem adalah lebih cepat, yang lebih baik daripada template semi-sistem tradisional, karena komponen template sistem sudah menjadi ukuran standar.



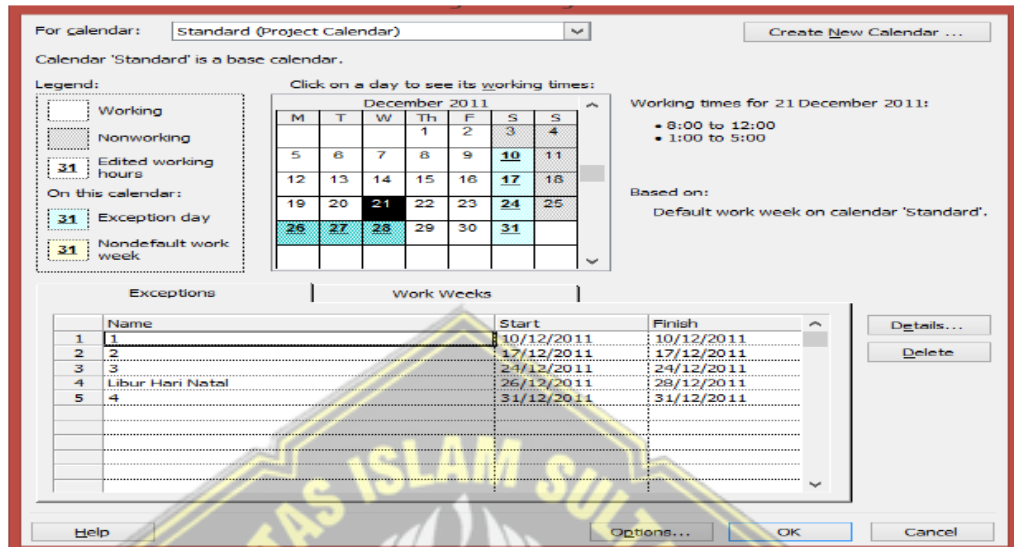
Gambar 2.22 Bekisting Sistem
(sumber: asiacon.co.id)

2.8 *Software Microsoft Project*

Ada banyak kegiatan dalam suatu proyek yang perlu dilakukan dengan hati-hati, akurat dan presisi. Itu sebabnya kami memiliki perangkat lunak untuk membantu manajer proyek. Microsoft Project adalah produk perangkat lunak manajemen proyek yang dikembangkan dan didistribusikan oleh Microsoft Corporation yang memungkinkan manajer proyek dan perencana menetapkan sumber daya untuk tugas, melacak kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja. (terkadang disingkat MS Project). Kelola Proyek Satu program untuk mengelola data Anda Microsoft Project 2007 adalah bagian dari Microsoft Office Professional 2007 dan mudah diintegrasikan dengan program Microsoft Excel dan Visio (Fransisko Noktavian, 2013).

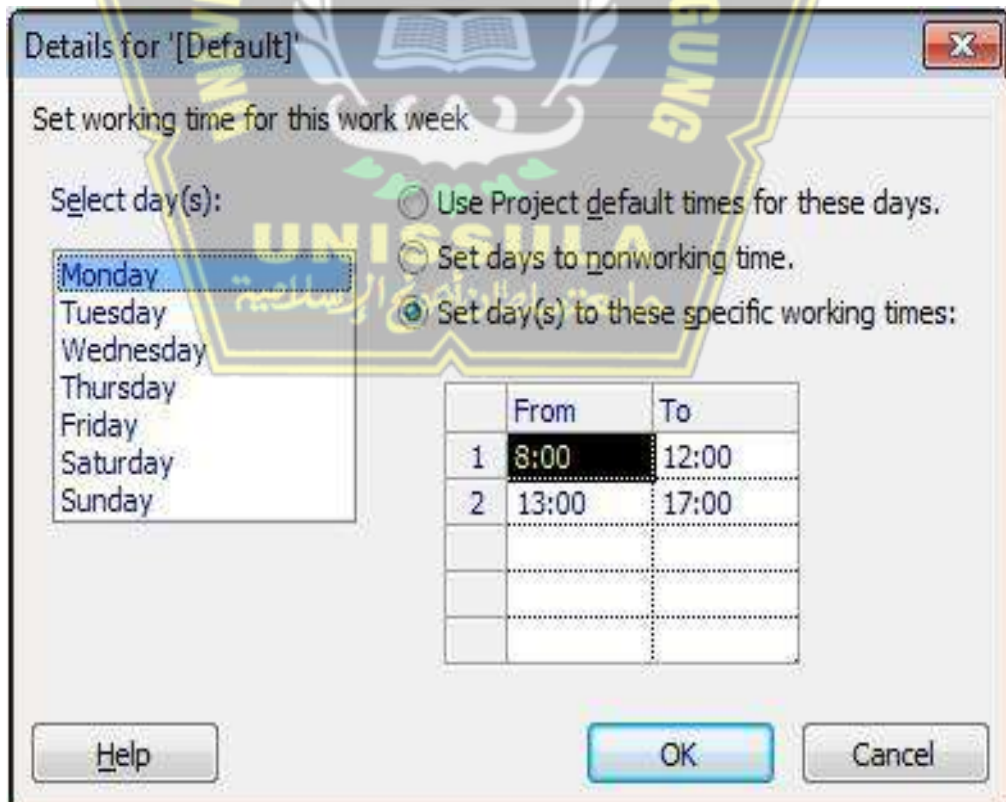
1. Menyimpan detail proyek dalam database, termasuk detail seperti tugas dan keterkaitannya, sumber daya yang digunakan, biaya, dan jalur kritis.

2. Gunakan informasi ini untuk menghitung dan mengelola jadwal, biaya, dan item lainnya, termasuk mengembangkan rencana proyek.
3. Lacak seluruh proyek untuk menentukan apakah selesai tepat waktu dan sesuai anggaran.



Gambar 2.23 Pengaturan Hari Libur.

(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)



Gambar 2.24 Pengaturan Jam Kerja
(Sumber : <https://binamarga.pu.go.id/>)



Tabel 2.1 Time Schedule

NO	URAIAN PEKERJAAN	BOBOT RENCANA	TAHUN 2022										TAHUN 2023										TAHUN 2024						
			MARET	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUST.	SEPT.	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	FEB.	MART	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AGUST.	SEPT.	OKT.	NOP.	DES.	JAN.	FEB.	MART.	APRIL	
A	Pekerjaan Persiapan	2.093%	0.014	0.242	0.140	0.114	0.125	0.174	0.136	0.065	0.071	0.089	0.065	0.067	0.067	0.068	0.083	0.067	0.065	0.067	0.067	0.065	0.094	0.248	0.008	0.063	0.031	0.001	
B	Bendung Glapan	36.139%	-	-	-	0.003	0.550	0.443	1.820	4.664	3.891	1.352	0.775	0.884	0.941	0.900	1.419	1.904	1.870	3.041	2.051	2.460	3.684	3.509	-	-	-	-	
C	Saluran Induk Glapan Timur	4.977%	-	-	-	-	0.068	0.274	0.859	1.466	1.133	0.807	0.370	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D	Saluran Sekunder		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	Sekunder Dangi	11.403%	-	-	-	0.404	0.152	0.256	0.347	0.247	0.965	1.530	0.747	0.800	0.785	0.789	0.622	0.393	0.747	0.462	0.457	0.587	0.612	-	-	-	-	-	
2	Sekunder Jabung Mlayut	2.191%	-	-	-	0.404	0.119	0.186	0.238	0.277	0.473	0.298	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Sekunder Tungu	0.875%	-	-	-	0.308	0.242	0.242	0.063	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Sekunder Manggar	1.961%	-	-	-	0.343	0.422	0.112	0.300	0.254	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Sekunder Delok	3.101%	-	-	-	0.884	0.809	0.417	0.536	0.445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Sekunder Tiogopring	0.823%	-	-	-	0.288	0.291	0.244	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	Sekunder Doreng	10.052%	-	-	-	-	-	-	-	0.855	1.426	1.426	0.582	0.647	0.567	0.367	0.625	0.623	0.843	0.567	0.567	0.736	0.018	-	-	-	-	-	
8	Sekunder Karangrowo	0.637%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	Sekunder Leles	2.085%	-	-	0.038	0.453	0.624	0.589	0.380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	Sekunder Kendaldoyong	4.138%	-	-	-	-	-	-	-	0.782	0.989	1.050	0.562	0.776	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11	Sekunder Grogol	0.520%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.362	0.158	-	-	-	-	-	
12	Sekunder Kauman	3.162%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.536	0.346	0.346	0.346	0.541	0.288	0.288	0.382	0.087	-	-	-	-	-	
13	Sekunder Bonangrejo	7.629%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.634	0.831	0.742	0.742	0.949	0.662	0.465	0.662	0.945	0.999	-	-	-	-	
14	Sekunder Mlilir	1.310%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.622	0.287	0.287	0.114	-	-	-	-	-	-	
15	Sekunder Jeketro	0.308%	-	-	-	0.108	0.108	0.091	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16	Sekunder Meteseh	0.206%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.206	-	-	-	-	-	
17	Sekunder Prigi	3.223%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.414	0.414	0.791	0.504	0.204	0.120	0.776	-	-	-	-	-	-	
18	Pintu Air Sal. Sekunder	0.872%	-	-	-	-	-	0.006	0.008	0.006	0.044	0.088	0.006	0.246	0.178	0.058	0.179	0.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
E	Jalan Inspeksi	2.297%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.315	0.982	-	-	-	-	
BOBOT RENCANA		100.00%	0.014	0.242	0.178	3.310	3.490	2.994	4.665	10.289	9.081	6.646	3.068	2.889	2.475	2.226	6.206	2.346	4.563	6.882	6.241	6.280	7.357	3.628	2.303	1.617	0.026	0.043	
BOBOT RENCANA KOMULATIF		-	0.014	0.257	0.435	3.744	7.234	10.229	14.893	25.182	34.264	40.910	43.978	46.847	49.322	51.549	57.755	60.101	64.664	71.546	77.787	84.068	91.425	96.010	98.313	99.930	99.957	100.000	
BOBOT REALISASI		-	-	0.099	0.404	2.896	4.257	2.896	3.079	8.598	16.928	3.397	3.397	1.592	4.344	1.011	4.741	6.378											
BOBOT REALISASI KOMULATIF		-	-	0.099	0.502	3.399	7.656	10.552	13.631	22.229	22.822	29.650	33.436	35.028	39.372	40.383	45.124	51.502											
DEVIASI		-	-	-0.158	0.068	-0.345	0.422	0.323	-1.262	-2.953	-11.442	-11.260	-10.542	-11.819	-9.950	-11.166	-12.631	-8.600											

BOBOT RENCANA SD AKHIR TAHUN 2022 40.910 % 100,994,598,000
 BOBOT RENCANA SD AKHIR TAHUN 2023 55.100 % 136,024,333,000
 BOBOT RENCANA SD AKHIR TAHUN 2024 3.990 % 9,850,073,000 +
 246,869,004,000

(Sumber : data sekunder proyek)

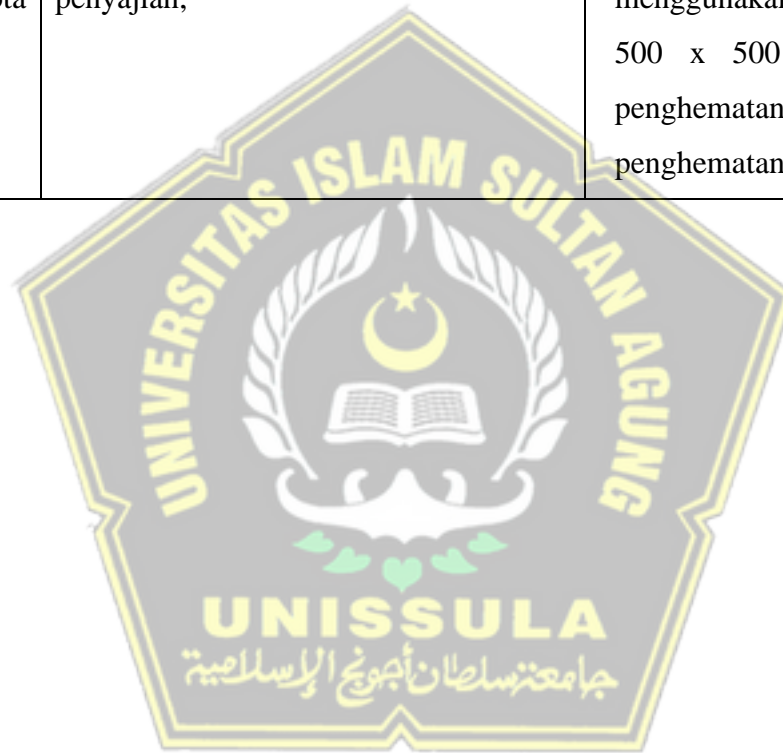
2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai *Re-engineering* yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut daftar penelitian terdahulu yang dirangkum dalam Tabel 2.3

NO	JUDUL	METODE	HASIL
1	“Penerapan <i>value engineering</i> pada jembatan Wae Pesi Hulu di Flores, Nusa Tenggara Timur” (2019)	Metode “rencana kerja rekayasa nilai yang terdiri dari tahap informasi, tahap kreatif, tahap” analisa menggunakan metode AHP (Analytic Hierarchy Process) dan tahap rekomendasi.	Hasil analisa didapatkan penghematan biaya pada satu alternative yaitu alternative penggunaan beton V prategang (A3) dengan total penghematan biaya Rp. 509.049.505.89 dari biaya sebelumnya Rp.2.733.478.327.49 menjadi Rp. 2.224.428.821.60 yang mana hemat 18,5% dari biaya sebelumnya.
2	“Analisis <i>value engineering</i> pada pondasi jembatan (Studi kasus : “Penerapan <i>value engineering</i> pada proyek konstruksi dan Jembatan Lemah	Metode yang digunakan dikenal dengan <i>value engineering job plan</i> yaitu tahap Metode yang digunakan adalah melakukan rekayasa nilai komponen struktur jembatan.	Pekerjaan struktur pondasi dengan desain awal adalah Rp. 70.741.519.932 Menggunakan beberapa alternatif pilihan sesuai dengan hasil terbesar setiap komponen struktur, seperti pada pekerjaan pondasi pilihan terbaik yaitu menaikkan mutu beton, pekerjaan pelat lantai menggunakan alternatif satu dengan menaikkan mutu beton. Total biaya dari pemilihan alternatif adalah Rp.3.303.570.436,91 bila dibanding existing diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 214.240.057,69 atau

	Abang di kabupaten Gunungkidul)” (2018)		sebesar
	“ Aplikasi <i>value engineering</i> pada proyek konstruksi (Studi kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Tebet Gheban Kota Pagar Alam)” (2016)	Metode yang digunakan adalah tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisa, tahap pengembangan dan tahap penyajian.	Hasil dari analisis diperoleh dua alternatif untuk menggantikan desain awal yaitu alternatif satu seluruh pondasi abutment menggunakan tiang pancang beton pracetak prategang persegi ukuran 0,5 x 0,5 m dengan kedalaman tiang 12 m, dan alternatif kedua seluruh pondasi abutment menggunakan pondasi bored pile diameter 0,6 m dengan kedalaman 12 m. Setelah dilakukan VE diperoleh biaya alternatif satu Rp. 12.751.336.461 penghematan diperoleh sebesar Rp. 8.640.772 atau 0,1 %, dan alternatif dua diperoleh biaya Rp. 12.363.063.085
	“Analisis alternatif desain bangunan Jembatan dengan <i>value engineering</i> ” (2014)	Metode yang digunakan adalah analisis rekayasa nilai dengan jembatan <i>pre-cast</i> , jembatan rangka baja dan jembatan beton konvensional yaitu tahap informasi, tahap analisis, tahap kreatif dan tahap pengembangan.	Hasil yang diperoleh adalah membandingkan struktur jembatan konvensional, jembatan <i>pre-cast</i> dan jembatan rangka baja yaitu paling hemat biaya adalah jembatan beton konvensional, sedangkan jembatan <i>pre-cast</i> dan jembatan rangka baja sebagai alternatif.

<p>“Analisa value engineering pada struktur bawah Jembatan Joyoboyo-Wonokromo Kota Surabaya” (2020)</p>	<p>Metode yang digunakan adalah tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisa, tahap pengembangan dan tahap penyajian,</p>	<p>Hasil yang diperoleh adalah terdapat dua alternatif untuk menggantikan desain awal tiang pancang berdiameter 600 mm dengan panjang 36 m yaitu alternatif satu menggunakan pondasi tiang pancang beton persegi ukuran 500 x 500 mm dengan kedalaman 36 m dengan penghematan biaya Rp. 1.436.200.000 diperoleh penghematan Rp.396.914.148 atau 3,1 %.</p>
---	--	--



Metode Penelitian tesis ini mempunyai persamaan dengan penelitian terdahulu yaitu metode rencana kerja *re-engineer* yang terdiri dari tahap informasi, tahap kreatif dan tahap analisa serta tahap pengembangan dan tahap rekomendasi. Selain itu, dari tabel diatas yang menjadi persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu menggunakan metode *engineering* sesuai dengan *Save Standart 2007*. Metode tersebut digunakan untuk menganalisis data guna mendapatkan alternatif desain yang paling optimal dari segi biaya maupun mutu pekerjaan.

Sedangkan perbedaan penelitian Thesis ini dengan penelitian terdahulu adalah objek penelitian. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jembatan (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi D.I Glapan Timur) dan hanya melakukan analisa rekayasa nilai pada bagian struktur bawah saja pada pekerjaan pondasi, dikarenakan tidak memungkinkan untuk menganalisa seluruh pekerjaan pada proyek. Objek yang dipilih sesuai hasil analisis pada rencana anggaran biaya untuk pekerjaan yang di efisiensikan. Selain itu untuk instrument analisa ditambahkan analisis efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan untuk mengetahui potensi pendapatan yang bias diperoleh dengan percepatan waktu pelaksanaan pekerjaan.

2.10 Keaslian Tesis

Penelitian-penelitian mengenai analisis efektivitas waktu dan efisiensi biaya pada proyek jaringan irigasi yang sudah pernah dilakukan sebelumnya antara lain:

1. Erfiandy, B., & Nugraheni, F. (2018) dengan judul “Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Saluran Irigasi Batu Kali dengan Saluran Irigasi Beton”. Objek yang di teliti merupakan proyek Rehabilitasi Saluran Sekunder Bulaksari DI Kebogoran di Kecamatan Bantarsari-Bulaksari, Cilacap, Jawa Tengah. Metode yang digunakan adalah deskriptif untuk menjelaskan kondisi sebenarnya dan dilakukan *re-design* pada saluran irigasi untuk mendapatkan perbandingan biaya dan waktu saluran irigasi

eksisting menggunakan pasangan batu kali dengan saluran irigasi *re-design* menggunakan material beton bertulang (beton *ready mix*). Hasil penelitian diantaranya hasil re-desain pada saluran irigasi didapatkan saluran berbentuk persegi dengan lebar = 0,5 m dan tinggi = 1 m, kebutuhan *mini mixer truck* sebanyak 77 buah dengan kapasitas tiap buah 3 m³, RAB hasil saluran *re-design* lebih murah sebesar Rp 51.686.000 dibandingkan dengan saluran *existing* dengan persentase 7.998% sedangkan efisiensi waktu saluran *re-design* selama 60 hari lebih cepat dibandingkan dengan saluran *existing* dengan persentase 50%.

2. Ardany, R., Abdurrahman, & Cahyadi, H. (2022) dengan judul “Evaluasi Waktu Pekerjaan dengan Menggunakan Metode PERT Pada Proyek Peningkatan Saluran Irigasi Bandara Syamsudin Noor”. Objek penelitian dilakukan pada proyek peningkatan saluran irigasi Bandara Syamsudin Noor Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Metode analisis data menggunakan metode PERT (Program Evaluation and Review Technique) dan mengolah data RAB serta *time schedule*. Hasil analisis data pada penelitian ini adalah rencana normal pengerjaan proyek peningkatan saluran irigasi Bandara Syamsudin Noor selama 150 hari dan hasil perhitungan dengan metode PERT memungkinkan proyek dapat diselesaikan secara optimal dalam jangka waktu 147 hari dengan probabilitas sebesar 77,34%.
3. Destiana, N., & Pontan, D. (2020) dengan judul “Analisis Kinerja Biaya dan Waktu Pembangunan Proyek Saluran Irigasi Hobotopo di Ngada dengan Metode *Earned Value*”. Objek yang diteliti merupakan pelaksanaan pembangunan lanjutan saluran irigasi di Daerah Irigasi Hobotopo. Penelitian ini menggunakan metode *earned value* untuk mengkaji kinerja waktu dan biaya pada proyek. Hasil penelitian ini diantaranya kinerja waktu pada proyek mengindikasikan adanya keterlambatan jadwal sebesar 23,26% dan dari segi biaya mengalami pembengkakan biaya yang ditunjukkan dengan nilai CPI sebesar 0,47 serta nilai prediksi waktu didapat sebesar 158 minggu dengan target waktu penyelesaian 36 minggu, sedangkan prediksi biaya sampai akhir proyek

- didapat sebesar Rp40.859.622.397 yang dimana membengkak hingga lebih dari dua kali lipat nilai anggaran proyek yaitu Rp19.320.242.454,70.
4. Aulia, R.A., & Rhomaita. (2022) dengan judul “Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Jembatan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Progo Kranggan)”. Objek penelitian dilakukan di proyek penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs. Metode pengolahan data merupakan analisis value engineering yang terdiri dari empat tahap yaitu tahap informasi, kreatif, analisis dan rekomendasi. Hasil penelitian ini diantaranya penerapan *value engineering* dilakukan mengganti desain pada struktur bawah jembatan khususnya pondasi, desain pondasi yang paling efisien dari ketiga alternatif yang diterapkan adalah pondasi *bored pile* diameter 80 cm, biaya pekerjaan pondasi alternatif terpilih sebesar Rp702.065.255,99 dimana terjadi penghematan sebesar 25% serta memiliki manfaat bersih tertinggi dibanding alternatif desain pondasi lainnya.
 5. Saptatiansah, D. (2021) dengan judul “Analisis Perbandingan antara Pekerjaan Pemasangan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Alumunium Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu pada Kolom”. Objek penelitian ini adalah proyek pembangunan Gedung *The Alton Apartment* Semarang. Metode analisis yang digunakan adalah perbandingan biaya dan waktu pekerjaan. Hasil penelitian ini diantaranya didapatkan selisih biaya pelaksanaan pekerjaan kolom antara metode konvensional dan metode alumunium sebesar Rp 703.731.173,61 dengan persentase 37,1% metode konvensional lebih murah daripada metode alumunium, sedangkan waktu pengerjaan kolom bekisting konvensional adalah 82 hari dan bekisting alumunium hanya membutuhkan waktu pengerjaan 25 hari atau lebih cepat 57 hari daripada waktu pekerjaan kolom bekisting konvensional.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, maka diperoleh rangkuman penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada Tabel 1.1. Dari rangkuman penelitian terdahulu pada Tabel 1.1, beberapa persamaan dan

perbedaan penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu ialah sebagai berikut:

- 1) Persamaan dengan penelitian Erfiandy, B., & Nugraheni, F. (2018) yaitu analisis dilakukan untuk mendapatkan perbandingan dan efisiensi biaya dan waktu pada saluran irigasi eksisting dan alternatif, namun perbedaannya pada analisis ini dilakukan *re-design* berupa dimensi saluran dan dihitung kebutuhan *mini mixer truck*.
- 2) Persamaan dengan penelitian Ardany, R., Abdurrahman, & Cahyadi, H. (2022) terletak pada objek penelitian yaitu proyek saluran irigasi, namun terdapat banyak perbedaan diantaranya pada analisis ini metode yang digunakan adalah metode PERT dan bertujuan untuk mencari evaluasi waktu pekerjaan serta probabilitasnya, sedangkan pada analisis yang akan dilakukan menggunakan analisis *re-engineering* berupa tahap informasi, kreatif, analisis, dan rekomendasi serta untuk mencari metode kerja yang efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu.
- 3) Persamaan dengan penelitian Destiana, N., & Pontan, D. (2020) terletak pada objek penelitian yaitu proyek saluran irigasi. Perbedaannya adalah metode yang digunakan yaitu metode *earned value* dan hasil penelitian berupa adanya keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan metode analisis menggunakan metode analisis *re-engineering* dan hasil yang ingin didapatkan adalah metode kerja yang efektif dan efisien dengan adanya penghematan biaya dan waktu pelaksanaan proyek.
- 4) Persamaan dengan penelitian Aulia, R.A., & Rhomaita. (2022) adalah pada tahap-tahap metode analisis yang digunakan. Perbedaannya ialah pada objek dan hasil penelitian. Objek pada penelitian yang akan dilakukan adalah proyek jaringan irigasi dan hasil yang akan didapatkan berupa metode kerja yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya sedangkan pada penelitian sebelumnya dilakukan pada proyek jembatan dan hasil yang didapatkan berupa desain struktur bawah yang efisien hanya dari segi biaya saja.

5) Persamaan dengan penelitian Saptatiansah, D. (2021) adalah dilakukan analisis perbandingan biaya dan waktu pengerjaan pada pekerjaan bekisting, namun perbedaannya pada jenis bekisting yang digunakan dan objek penelitian. Objek penelitian sebelumnya adalah proyek gedung dengan jenis bekisting konvensional dan alumunium sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan adalah proyek jaringan irigasi dengan jenis bekisting yang digunakan adalah bekisting konvensional dan bekisting sistem.dengan persentase 37,1% metode konvensional lebih murah daripada metode alumunium, sedangkan waktu pengerjaan kolom bekisting konvensional adalah 82 hari dan bekisting alumunium hanya membutuhkan waktu pengerjaan 25 hari atau lebih cepat 57 hari daripada waktu pekerjaan kolom bekisting konvensional.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tinjauan Umum

Menurut Sugiyono (2013:2) metode penelitian adalah cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Tahapan dalam metode penelitian dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, memenuhi syarat, efektif dan efisien sehingga dapat mendukung keseluruhan dari proses pembuatan laporan tersebut. Banyak cara yang dapat dilakukan dalam meneliti suatu permasalahan, akan tetapi cara yang digunakan harus sesuai dengan kondisi permasalahan yang akan diteliti di lapangan. Beberapa cara yang dilakukan dalam suatu penelitian merupakan tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, memenuhi syarat, efisien dan ekonomis yang mendukung keseluruhan dari proses pembuatan suatu laporan.

3.1.1 Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data dilakukan untuk menunjang pelaksanaan kegiatan. Dalam tahap pengumpulan data ini digunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung sesuai keadaan kondisi yang ada dan dilakukan oleh peneliti yang telah melakukan survey dilokasi studi. Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari tidak langsung instansi terkait dan dari pihak yang relevan. Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data Primer
 - a. Dokumentasi lapangan
 - b. Identifikasi dan pengukuran lapangan
2. Data Sekunder
 - a. *Time Schedule*
 - b. RAB
 - c. Gambar Kerja
 - d. Perhitungan Mc-100
 - e. Monitoring Pemancangan

Data proyek yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan ini mengacu pada data primer dan data sekunder proyek. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung melalui survey lapangan atau wawancara. Bidang

pengembangan data berupa data lapangan yang diperoleh secara tidak langsung pada Proyek Pembangunan Jembatan di Proyek Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur.

3.1.2 Data Umum Proyek

Data umum pada Proyek Pembangunan Jembatan di Proyek Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data Umum Proyek

Nama paket pekerjaan	Rehabilitasi daerah irigasi glapan timur
Lokasi pekerjaan	Kab. Grobongan & kab. Demak
Jenis kontrak	Harga satuan (unit price)
Nilai kontrak	Rp. 246.869.004
Cara pembayaran	Termin
Kontraktor	Pt. Adhi karya (persero)
Waktu pelaksanaan	750 hari
Waktu pemeliharaan	365 hari

3.1.3 Lokasi Proyek

Letak lokasi Proyek Pembangunan Jembatan di Proyek Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur yakni di Kabupaten Grobongan dan Kabupaten Demak.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek

3.2 Metode Analisis Data

Dalam perencanaan perbandingan metode kerja pemancangan serta metode kerja bekisting ini penulis melakukan langkah langkah :

1. Mengumpulkan, mengidentifikasi, dan menganalisis waktu dan biaya pada metode kerja tekanan pemancangan pondasi dengan *hydraulic jack* dengan metode kerja pemukulan pemancangan dengan hammer pada proses pemancangan.
2. Analisa waktu dihitung dengan menggunakan produktivitas dengan rumus

$$Produktivitas = \frac{Volume}{Waktu} \quad (3.1)$$

Dan dengan time schedule melalui cara metode kurva s yang dibuat untuk masing masing alternatif metode kerja maupun kombinasi dua metode kerja.

3. Analisa biaya dihitung dengan membuat Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada masing masing alternatif metode kerja maupun kombinasi kedua metode kerja dengan rumus

$$RAB = (Volume \times Harga \text{ Satuan}) \quad (3.2)$$

4. Analisa komparatif dibuat setelah analisa biaya dan waktu untuk masing masing metode kerja maupun kombinasi metode kerja yang selanjutnya

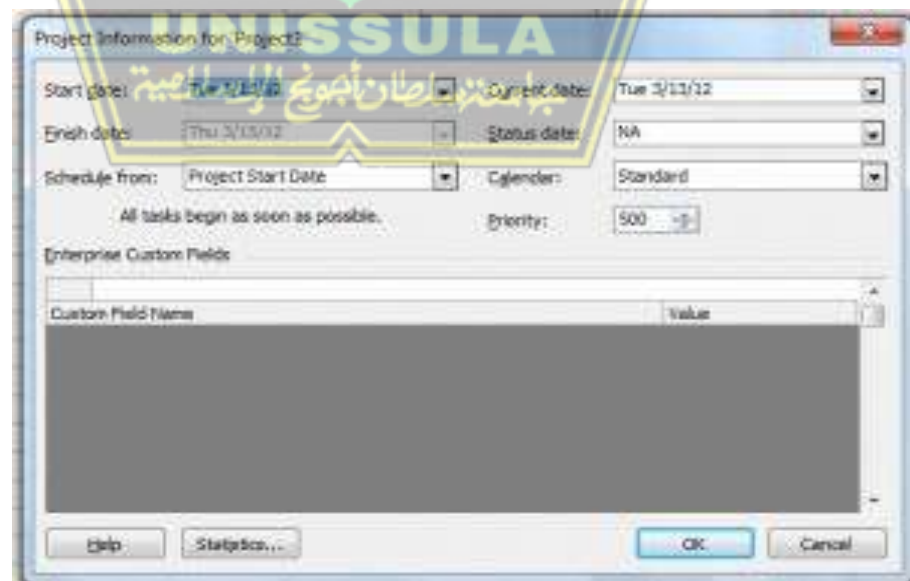
membandingkan atau mengkomporasi rencana anggaran biaya dan durasi waktu untuk memperoleh metode kerja yang sangat efektif dan efisien untuk direkomendasi sebagai alternatif yang terbaik dan juga bisa digunakan metode analisi pareto yang dilakukan dengan menganalisis biaya paling tinggi pada proyek yang sehingga dapat dilakukan value engineering pada item tersebut. Rekayasa nilai sendiri adalah teknik mengidentifikasi prinsip operasi atau berbagai fungsi yang diperlukan untuk menentukan nilai suatu produk.

5. Dalam Thesis ini *microsoft excel* digunakan untuk mengolah data primer untuk menentukan hasil perbandingan metode metode alternatif yang kemudian akan dibandingkan dengan metode yang digunakan pada proyek maka bisa ditemukan metode mana yang efisien dan efektif.
6. Ms Office Project

Berikut adalah langkah-langkah mudah dalam menggunakan Ms Office Project:

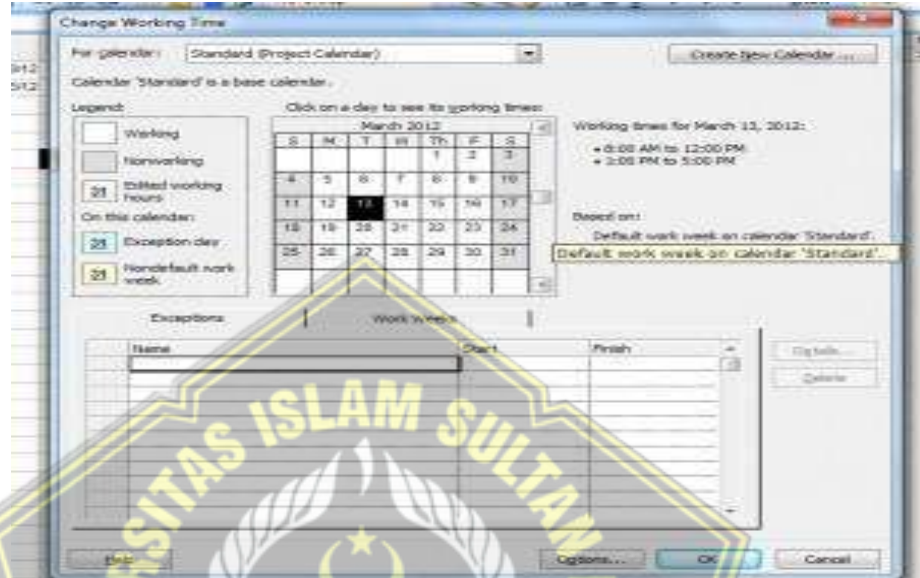
1. Tentukan tanggal proyek.

Hal ini dapat dilakukan dengan mengklik menu Project – Project Information. Gunakan Schedule From Start Date jika Anda memilih perhitungan maju. Sebaliknya, jika Anda memilih perhitungan mundur, gunakan Schedule From Finish Date.



2. Pilih/rancang kalender.

Tiap proyek tentunya memiliki penanggalan kalender yang berbeda-beda. Ada yang jam kerjanya 08.00-17.00, shift malam, atau 24 jam. Untuk membuat /memilih kalender ini, klik Tools – Change Working Time



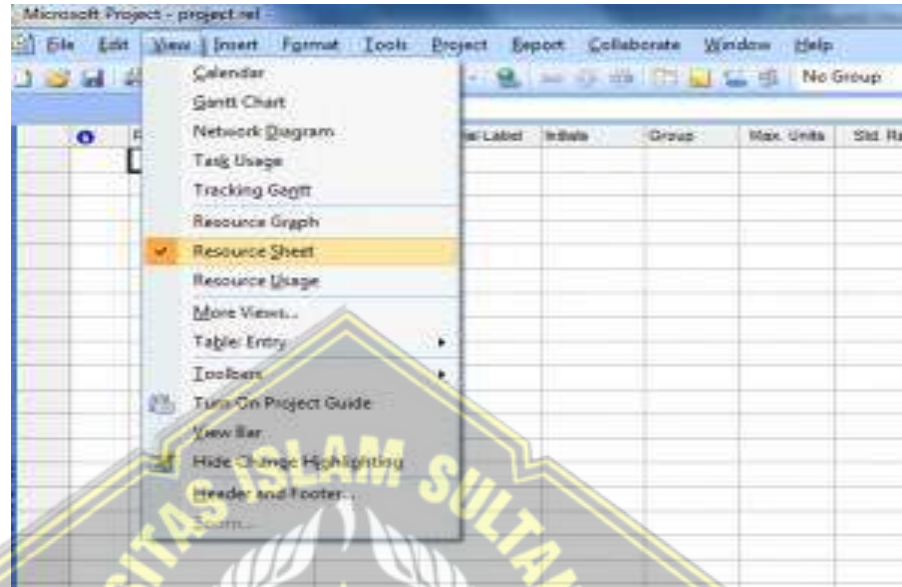
3. Buat Task di gant table entry.

Task adalah pekerjaan yang akan dilakukan di proyek. Dalam View-Gantt Chart – table Entry, Anda dapat mengisikan nama task, durasi, tanggal mulai, dan tanggal selesainya task. Anda juga dapat menggunakan Predecessor untuk task yang mendahului task lain.

Task Name	Duration	Start	Finish
Engineering	562 days?	Wed 4/7/10	Wed 3/7/12
Conceptual	174 days?	Wed 4/7/10	Fri 12/3/10
I. PEKERJAAN PERSIAPAN	562 days?	Wed 4/7/10	Wed 3/7/12
Survy pengukuran dan pasang patok	61 days?	Mon 5/17/10	Sun 8/8/10
Pembuatan rambu semboyan 2A, 2B, 2C	3 days?	Wed 4/7/10	Sun 4/11/10
Pembuatan Direksi Keet dan Gudang Kerja	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Pembuatan papan nama Proyek	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Penerangan listrik untuk direksi Keet	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Mobilisasi alat-alat kerja	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Angkutan Rel R 54 dari Pkg termasuk muat	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Mengangkut alat pemadam R 54 dari gud	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Pengadaan balok krikak pecah mesin uk	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Mengangkut plat sambung rel 54	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
II PELAKSANAAN PEKERJAAN	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Pekerjaan Jalan Rel :	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Mengganti apoor rel R 42 banalan bel	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Menyotoping rel R 54 untuk persiapan	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Menpas rel R 54 dengan las thermit	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12
Memotong rel R 42 dari patj 100 m me	1 day?	Wed 3/7/12	Wed 3/7/12

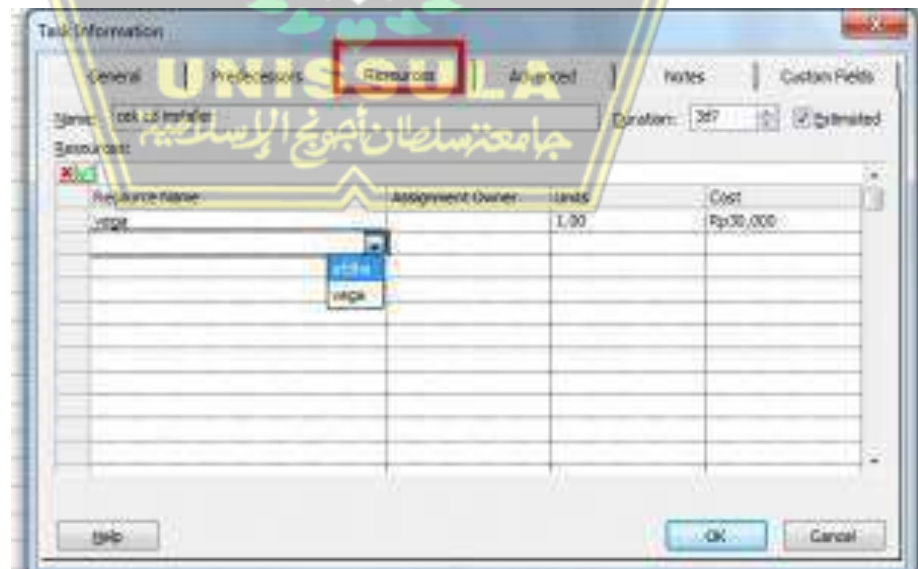
4. Buat resource.

Resource adalah sumber daya yang digunakan untuk mengerjakan proyek. Resource dapat berupa peralatan, manusia, maupun biaya. Untuk mengisikan resource, klik menu View-Resource Sheet.



5. Tetapkan resource mana saja yang digunakan di tiap task.

Jika ada beberapa resource yang dibutuhkan dalam 1 task, double klik task sehingga muncul task information, dan isikan resource di tab resource dari task information.



6. Tetapkan baseline.

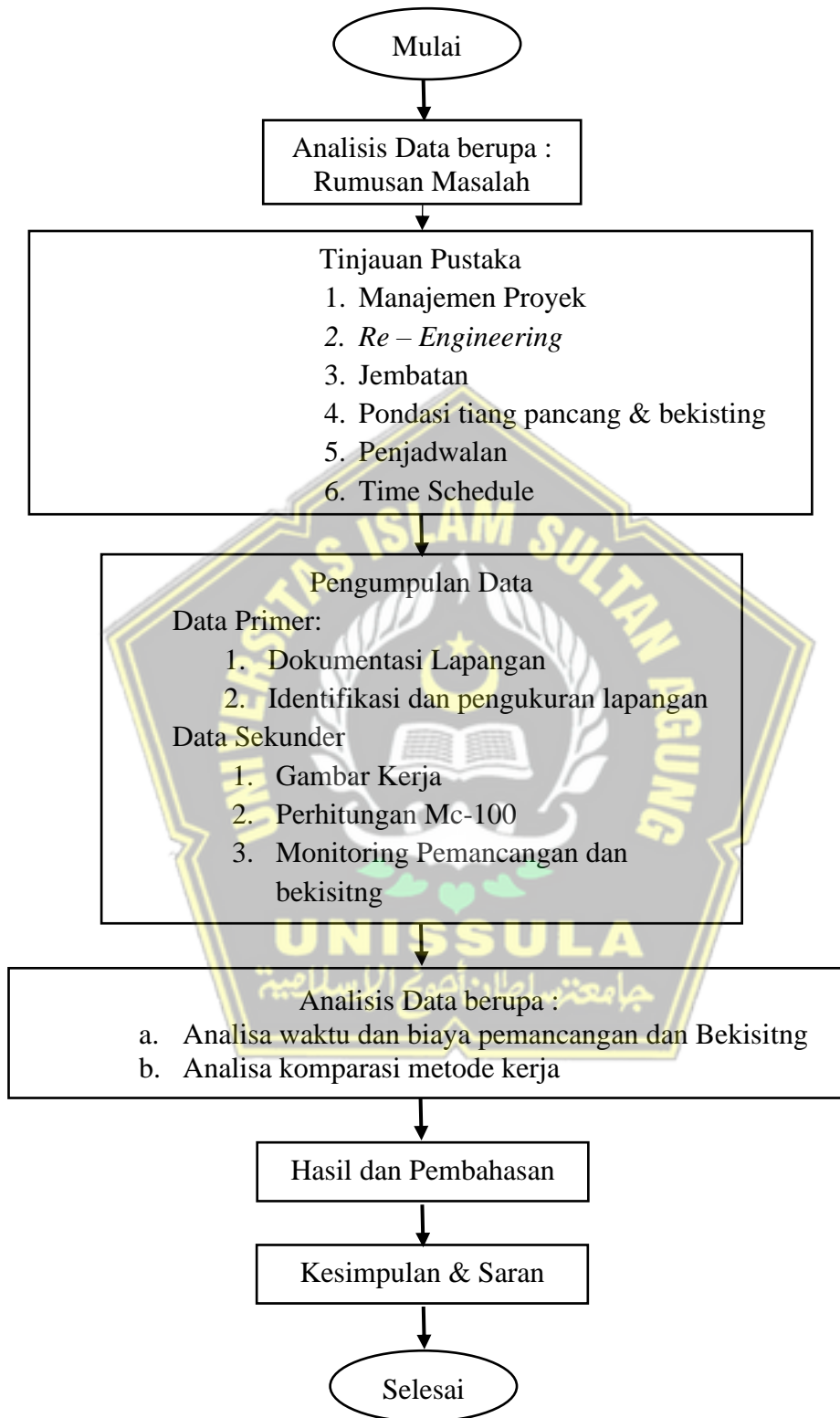
Baseline artinya perencanaan dasar. Untuk menetapkan baseline, klik Tools – tracking –set the baseline. Segala hal yang ditetapkan setelah baseline ditetapkan disebut variance. Untuk mengecek besarnya variance/simpangan, klik View-Gantt Chart, Table – Variance

7. Mulai mentrack proyek Anda. Klik View-Table-tracking. Di sana Anda dapat mengeset Actual Start dan Finish, juga completion.



3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilaksanakan sebagaimana bagan alir pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data dilakukan untuk menunjang pelaksanaan kegiatan. Dalam tahap pengumpulan data ini digunakan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung sesuai keadaan kondisi yang ada dan dilakukan oleh peneliti yang telah melakukan survey dilokasi studi. Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari tidak langsung instansi terkait dan dari pihak yang relevan. Data yang dibutuhkan antara lain:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung sesuai keadaan kondisi yang ada dan dilakukan oleh peneliti yang telah melakukan survey dilokasi studi. Data primer yang ada pada penelitian ini adalah:

a. Dokumentasi lapangan

Dokumentasi lapangan diperoleh pada saat peneliti melakukan survey lapangan secara langsung pada Proyek Rehbilitasi Saerah Irigasi Glapan Timur pada tanggal 10 November 2023.



Gambar 4.1 Dokumentasi lapangan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

b. Identifikasi dan pengukuran lapangan



Gambar 4.2 Identifikasi Lapangan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan dari tidak langsung instansi terkait dan dari pihak yang relevan. Data di peroleh dari PT. Adhi Karya pada tanggal 13 November 2023

a. Data Umum Proyek

Data umum proyek merupakan data sekunder dan merupakan data pemenang proyek pekerjaan Rehabilitasi DI Glapan Timur yang tercantum di LPSE dan tercantum sebagai berikut:

- Nama Paket Pekerjaan Timur : Rehabilitasi Daerah Irigasi Glapan Timur
- Lokasi Pekerjaan : Kab. Grobongan dan Kab. Demak
- Nilai Kontrak : Rp. 246.869.004.000
- Cara Pembayaran : Termin
- Pemilik Pekerjaan : Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Sumber Daya Air , Balai Besar Wilayah Sungai Pamali Juana PPK Irigasi dan Rawa III SNVT PJPA Pemali Juana

- Konsultan Pengawas : Korea Rural Community (KRC) JV., PT. Indra Karya (Persero), PT. Hilmy Anugerah, & PT. Multimedia Haarapan
- Kontraktor : PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.
- Waktu Pelaksanaan : 750 Hari Kalender
- Waktu Pemeliharaan : 365 Hari Kalender
- Waktu Pelaksanaan : 28 Maret 2023
- Tanggal PHO : 15 April 2025

b. *Time Schedule*

Data *time schedule* diperoleh dari pihak proyek dengan mengajukan perizinan ke PT. Adhi Karya pada tanggal 20 November 2023. Gambar *time schedule* terdapat pada lampiran Gambar 4.3.

c. RAB Pekerjaan Proyek Rehabilitasi D.I Glapan Timur

Tabel 4.1 RAB Pekerjaan Proyek Rehabilitasi D.I Glapan Timur

NO	LOKASI PEKERJAAN	TOTAL HARGA (Rp.)			
		KONTRAK	MC 0	MC 1	MC 2
A	PEKERJAAN PERSIAPAN	5,163,711,880.00	5,167,228,680.00	5,167,228,680.00	5,055,557,800.00
B	BENDUNG GLAPAN	107,028,039,205.00	89,216,559,327.00	86,276,345,180.10	97,112,668,959.41
C	SALURAN INDUK GLAPAN TIMUR	19,012,617,391.00	12,286,918,605.00	11,797,384,305.70	10,741,829,334.32
D	SALURAN SEKUNDER	106,279,795,741.00	134,527,022,604.00	137,218,340,834.19	129,896,444,035.77
1	Saluran Sekunder DANGI		28,150,761,383.00	22,905,836,651.53	20,442,952,245.84
2	Saluran Sekunder JABUNG MLAYUT		5,408,716,725.00	5,483,029,694.55	5,234,210,581.65
3	Saluran Sekunder TUNGU		2,159,392,969.00	2,229,025,087.76	1,994,161,819.59
4	Saluran Sekunder MANGGAR		4,841,844,870.00	5,095,359,916.00	4,917,797,989.39
5	Saluran Sekunder DELOK		7,655,962,691.00	7,185,408,432.07	6,669,701,941.99
6	Saluran Sekunder TLOGOPRING		2,030,769,418.00	1,772,605,140.02	2,218,598,068.16
7	Saluran Sekunder DORENG		24,814,319,441.00	32,193,757,591.45	34,794,979,322.07
8	Saluran Sekunder KARANGROWO		1,572,164,053.00	1,703,728,219.94	28,951,769.94
9	Saluran Sekunder LELES		5,146,008,731.00	4,889,300,712.50	4,528,119,011.45
10	Saluran Sekunder KENDALDOYONG		10,215,241,577.00	12,933,376,766.37	13,737,989,188.82
11	Saluran Sekunder GROGOL		1,283,936,957.00	1,512,915,936.30	1,100,540,935.95
12	Saluran Sekunder KAUMAN		7,805,090,074.00	5,253,649,400.62	4,190,565,456.44
13	Saluran Sekunder BONANGREJO		18,833,359,797.00	16,485,178,856.34	12,778,087,739.03
14	Saluran Sekunder MLILIR		3,233,422,948.00	1,687,419,565.26	1,193,914,326.72
15	Saluran Sekunder JEKETRO		759,541,891.00	730,291,560.08	372,145,760.04
16	Saluran Sekunder METESEH		509,205,756.00	828,325,831.59	5,349,426.33
17	Saluran Sekunder PRIGI		7,955,689,923.00	12,177,538,071.80	11,748,108,188.82
18	Perbaikan Pintu Air		2,151,593,400.00	2,151,593,400.00	3,940,270,263.54
E	JALAN INSPEKSI	9,384,840,000.00	5,671,275,000.00	6,409,705,000.00	4,062,503,870.25
	JUMLAH	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00	246,869,004,000.00

(Sumber: Data kontraktor)

d. RAB Pekerjaan Jembatan

Tabel 4.2 RAB Pekerjaan Jembatan

No.	Uraian Pekerjaan	Sat	Volume MC 0	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga MC 0 (Rp.)	Keterangan
1	2	3	5	6	8	9
B PEKERJAAN BENDUNG GLAPAN						
I PEKERJAAN TANAH						
1	Galian tanah biasa dengan alat berat	m ³	23,435.80	15,100.00	353,895,680.00	
2	Galian tanah sedimen dengan alat berat	m ³	260,752.33	15,100.00	3,937,360,183.00	
4	Buangan Hasil Galian Tanah, jarak 0,1 s/d 1 km ditratakan dan dirapikan	m ³	172,695.27	12,100.00	2,089,612,768.77	
III PEKERJAAN BETON						
1	Bongkaran Beton Jembatan Lama	m ³	774.30	637,800.00	493,848,540.00	
2	Pekerjaan Bekisting	m ²	1,825.35	120,000.00	219,042,042.36	
3	Pembesian	kg	219,082.64	15,100.00	3,308,147,819.78	
4	Lantai kerja beton K 100 sitemix	m ³	48.74	684,800.00	33,378,918.78	
5	Beton K 250 ready mix	m ³	-	1,022,300.00	-	
6	Beton K 250 ready mix dengan concrete pump	m ³	-	1,129,300.00	-	
8	Beton K 350 ready mix dengan concrete pump	m ³	1,270.82	1,151,700.00	1,463,251,915.73	
15	Pengadaan Tiang Pancang beton pracetak (Spun Pile) dia 50 cm	m'	4,536.00	679,543.64	3,082,409,958.30	
16	Pemancangan Tiang Pancang beton pracetak (Spun Pile) dia 50 cm	m'	4,395.00	106,085.66	466,246,493.16	
19	Erection beton Prestres pracetak 1 girder bentang 40 m	unit	5.00	30,226,300.00	151,131,500.00	
20	Erection beton Prestres pracetak 1 girder bentang 50 m	unit	10.00	36,271,500.00	362,715,000.00	
21	Gelagar beton Prestres pracetak 1 girder bentang 40 m	unit	5.00	372,242,600.00	1,861,213,000.00	
22	Gelagar beton Prestres pracetak 1 girder bentang 50 m	unit	10.00	436,426,800.00	4,364,268,000.00	
23	Elastomeric Bearing Pad dan End Bearing untuk bentang 40 m	unit	10.00	6,680,000.00	66,800,000.00	
24	Elastomeric Bearing Pad dan End Bearing untuk bentang 50 m	unit	20.00	6,680,000.00	133,600,000.00	
25	Diaphragma untuk bentang 40 m	unit	24.00	3,532,200.00	84,772,800.00	
26	Diaphragma untuk bentang 50 m	unit	55.00	3,884,700.00	211,543,200.00	
V PEKERJAAN LAIN LAIN						
17	Deck Slab tebal 7 cm	unit	560.00	405,000.00	226,800,000.00	
					16,535,179,188.12	

(Sumber: Data kontraktor)

e. RAP Pemancangan

Tabel 4.3 RAP Pemancangan

No	Item Pekerjaan	satuan	Volume (a)	Harga Satuan (b)	Jumlah (c) = (a) x (b)
1	Pengadaan tiang pancang Beton Praceetak spun pile dia 50cm	m'	4,536.00	Rp679,543.64	Rp3,082,409,951.04
2	Jasa pancang HSPD Kap. 320 ton	m'	4,395.00	Rp 62,000.00	Rp 272,490,000.00
3	Handling	m'	4,536.00	Rp 7,000.00	Rp 31,752,000.00
4	Joint Las	joint	70.50	Rp132,500.00	Rp 9,341,250.00
				Jumlah	Rp3,395,993,201.04

(Sumber: Perhitungan Kontraktor)

f. Gambar Kerja

Gambar kerja merupakan gambar shop drawing yang dijadikan acuan dalam pekerjaan dan sudah disetujui oleh konsultan dan Satker. Gambar kerja terdapat pada lampiran Gambar 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, dan 4.11.

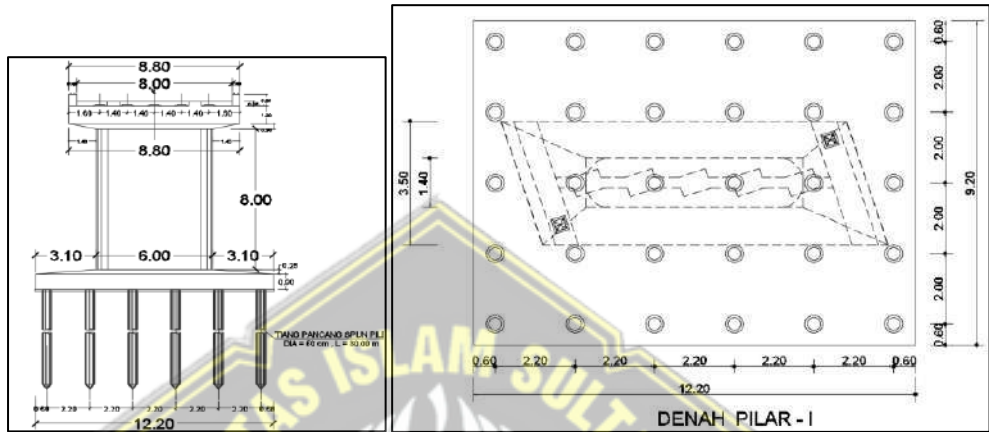
1. Gambar Detail Pekerjaan Pemancangan

Dalam pekerjaan pemancangan Spun pile dia 50 cm dihitung jumlah titik pada Pilar 1 sebagai berikut.

a. Pilar (2buah)

$$L = 30\text{m} ; \text{Titik} = 30 \text{ titik}$$

$$= 30 \times 30 \times 2 = 1800\text{m}$$

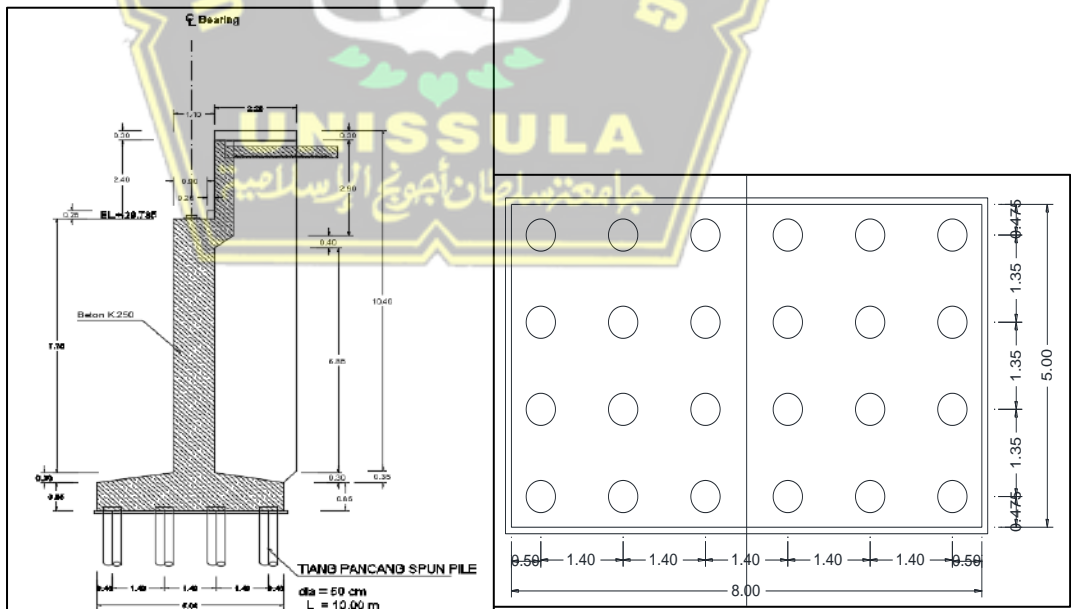


Gambar 4.12 Pilar Jembatan dan Denah pondasi 30 titik (2 buah)

b. Abutmen Jembatan 2 buah

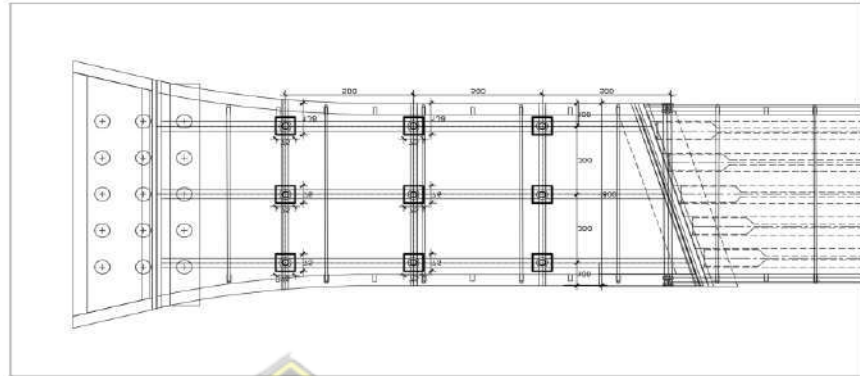
$$L = 30\text{m} ; \text{Titik} = 24 \text{ titik}$$

$$= 30 \times 24 \times 2 = 1.440 \text{ m}^2$$



Gambar 4.13 Abutmen Jembatan dan Denah pondasi 24 titik (2 buah)

- c. Pondasi Spun Pile Opritan (kanan) 9 titik
 $L = 30 \text{ m}$; Titik = 9 titik
 $= 9 \times 35 = 315 \text{ m}$



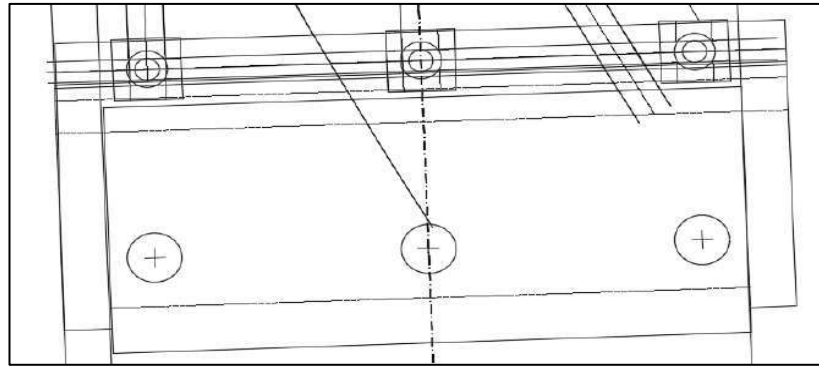
Gambar 4.14 Spun pile opritan kanan

- d. Pondasi Spun Pile Opritan (kiri) 12 titik
 $L = 30 \text{ m}$; Titik = 12 titik
 $= 12 \times 35 = 420 \text{ m}$



Gambar 4.15 Spun pile opritan kiri

- e. Abutmen opritan kanan
 $L = 30 \text{ m}$; Titik = 6 titik
 $= 35 \times 6 = 210 \text{ m}$

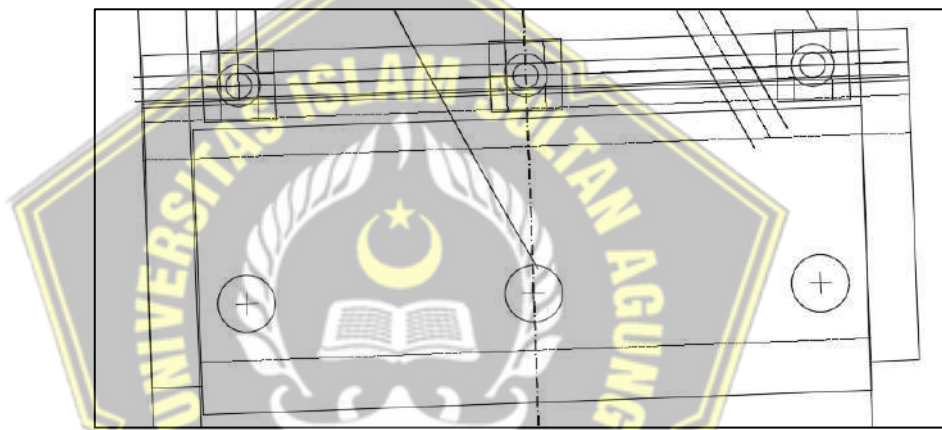


Gambar 4.16 Abutmen Opritkan Kanan

f. Abutmen opritan kiri

L = 30 m ; Titik = 6 titik

= 35 x 6 = 210 m



Gambar 4.17 Abutmen Opritan kiri

Berikut terlampir pada Tabel 4.4. volume pekerjaan pemancangan sesuai dengan gambar detail.

Tabel 4.4 Volume Kebutuhan pemancangan

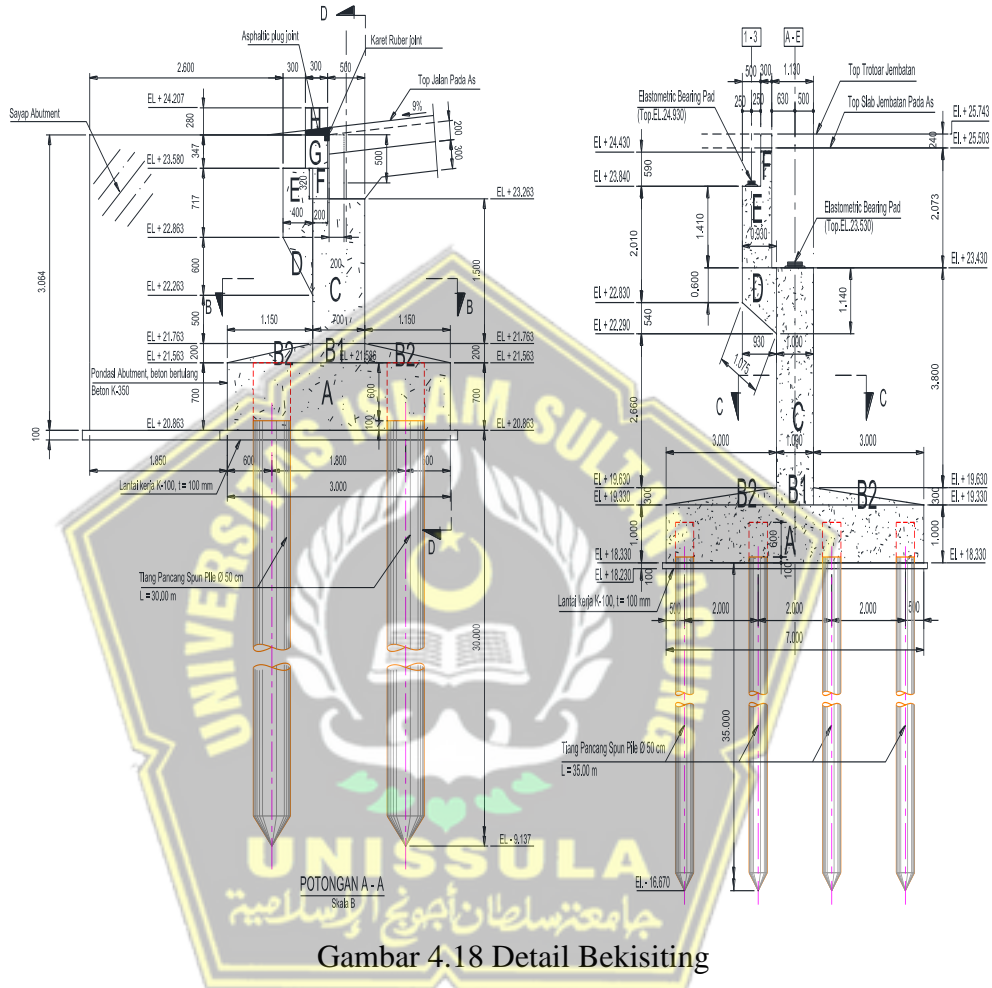
NO	URAIAN PEMANCANGAN	SATUAN	VOLUME		JUMLAH
			TITIK (btg)	PANJANG (m)'	
	(a)		(b)	(c)	(c) = (a) x (b)
1	Pilar 1	m	30	30	900
2	Pilar 2	m	30	30	900
3	Abutmen 1	m	24	30	720
4	Abutmen 2	m	24	30	720
5	Opritkan Kanan	m	9	30	315
6	Opritkan Kiri	m	12	30	420
7	Abutmen Opritkan kanan	m	6	30	210
8	Abutmen Opritkan kiri	m	6	30	210
	JUMLAH		141	240	4395

(Sumber: Perhitungan Kontraktor)

2. Gambar Detail Pekerjaan Bekisting

Gambar detail pekerjaan bekisting merupakan gambar acuan pekerjaan bekisting pada pekerjaan jembatan dan detail gambar sebagai berikut:

Detail bekisting Abutment Pile slab 1 dan 2



Gambar 4.18 Detail Bekisting

(Sumber: Shop drawing kontraktor)

3. Backup Volume Pekerjaan Bekisting

Backup volume merupakan jumlah kebutuhan bekisting yang diperlukan dalam menyelesaikan pekerjaan jembatan yang dihitung berdasarkan gambar shop drawing. Berikut terlampir pada Tabel 4.5. perhitungan volume kebutuhan bekisting pada pekerjaan jembatan.

Tabel 4.5. Kebutuhan volume bekisiting

Perhitungan											Volume	Sat
1 Abutmen Pile Slab 1 dan 2												
A1	9.80	+	11.39	+	3.30	+	3.30	x	0.10	=	2.78	LC
A2	9.60	+	11.19	+	3.10	+	3.10	x	0.70	=	18.69	Pondasi
A3	3.10	+	1.14	x	0.20	x	2			=	0.85	Pondasi
			2									
B1	0.72	+	0.72	+	10.58	x	1.50			=	18.04	Dinding Samping + Depan
B2	10.58	x	0.50							=	5.29	Dinding Belakang
B3	1.44	x	10.58	+	10.78					=	15.40	Dinding Belakang
					2							
B4	1.43	x	10.78							=	15.46	Dinding Belakang
B5	0.80	+	2.00	x	0.40	x	2.00			=	1.12	Dinding Samping
			2									
B6	0.63	x	0.60	x	2.00					=	0.76	Dinding Belakang
C1	0.61	x	1.80	x	2	x	2			=	4.42	Pier Head
C2	0.63	x	0.30	x	2					=	0.38	Pier Head
C3	0.35	x	6.00	x	2					=	4.16	Pier Head
D1	3.06	x	1.91	x	2	x	2			=	23.46	Wing wall
D2	0.52	x	3.06	x	2					=	3.17	Wing wall
E	0.30	x	11.19							=	3.36	+ Plat Injak
											117.53	m2
											117.53	x 2.00 = 235.07 m2
											235.07	m2
2 Abutmen No. 1												
A1	9.88	+	7.56	+	7.56	+	9.88	x	0.10	=	3.49	LC
A2	9.68	+	7.56	+	7.56	+	9.68	x	1.00	=	34.48	Pondasi
A3	7.00	+	1.00	x	0.30	x	2.00			=	2.40	Pondasi
			2									
B1	1.00	+	1.00	+	9.68	x	3.80			=	44.39	Dinding Samping + Depan
B2	9.68	x	2.66							=	25.75	Dinding Belakang
B3	1.08	x	9.68							=	10.41	Dinding Belakang
B4	2.01	x	9.68							=	19.46	Dinding Belakang
B5	1.41	x	9.68							=	13.65	Dinding Depan
B6	1.41	x	0.80	x	2.00					=	2.26	Dinding Samping
B7	0.60	+	1.14	x	0.95	x	2.00			=	1.65	Dinding Samping
			2									
C1	0.90	x	1.60	x	2	x	2			=	5.76	Pier Head
C2	0.59	x	6.00	x	2.00					=	7.08	Pier Head
C3	0.90	x	0.30	x	2.00					=	0.54	+ Tutup Pier Head
											171.33	m2
											171.33	m2
3 Pilar No. 1												
A1	10.20	+	12.40	+	12.40	+	10.20	x	0.10	=	4.52	LC
A2	10.00	+	12.20	+	12.20	+	10.00	x	1.00	=	44.40	Pondasi
B1	5.00	x	7.00	x	2					=	70.00	Dinding Belakang + Depan
B2	3.14	x	1.40	x	7.00					=	30.77	Dinding Samping
C1	6.00	+	9.26	x	1.09	x	2			=	16.66	Pier head
			2									
C2	1.40	+	3.68	x	1.09	x	2			=	5.55	Pier head
			2									
C3	1.40	x	9.26							=	12.96	Pier head
C4	1.00	x	9.26							=	9.26	Pier head
C5	1.90	x	1.40	x	2					=	5.32	Tutup Pier Head
C6	1.60	x	1.00	x	2					=	3.20	Tutup Pier Head
C7	0.40	x	9.26							=	3.70	Pier Head
C8	0.40	x	0.40	x	2	x	2			=	0.64	Pier Head
C9	0.60	x	0.30	x	2	x	4			=	1.44	+ Pier Head
C10	0.30	x	0.40	x	2	x	2			=	0.48	+ Pier Head
C11	0.30	x	0.30	x	2	x	4			=	0.72	+ Pier Head
											209.63	m2
											209.63	m2

Perhitungan											Volume	Sat	
4	Pilar No. 2												
	A1	10.20	+	12.40	+	12.40	+	10.20	x	0.10	=	4.52	LC
	A2	10.00	+	12.20	+	12.20	+	10.00	x	1.00	=	44.40	Pondasi
	B1	5.00	x	7.00	x	2.00					=	70.00	Dinding Depan + Belakang
	B2	3.14	x	1.40	x	7.00					=	30.77	Dinding Samping
	C1	6.00	+	9.26	x	1.09	x	2			=	16.66	Pier head
	C2	1.40	+	3.68	x	1.09	x	2			=	5.55	Pier head
	C3	1.00	x	9.26	x	2					=	18.52	Pier head
	C4	3.68	x	1.00	x	2					=	3.68	Tutup Pier Head
	C5	0.30	x	0.40	x	2	x	2			=	0.48	Pier head
	C6	0.40	x	0.40	x	2	x	2			=	0.64	Pier head
	C7	0.60	x	0.30	x	2	x	4			=	1.44	Pier head
	C8	0.30	x	0.30	x	2	x	4			=	0.72	Pier head
												197.39	
												197.39	m2

Perhitungan											Volume	Sat	
5	Abutmen No. 2												
	A1	9.88	+	7.56	+	7.56	+	9.88	x	0.10	=	3.49	LC
	A2	9.68	+	7.56	+	7.56	+	9.68	x	1.00	=	34.48	Pondasi
	A3	7.00	+	1.00	x	0.30	x	2.00			=	2.40	Pondasi
													- m2
	B1	1.00	+	1.00	+	9.68	x	3.40			=	39.72	Dinding Samping + Depan
	B2	9.68	x	2.25							=	21.76	Dinding Belakang
	B3	1.24	x	9.68							=	12.01	Dinding Belakang
	B4	1.82	x	9.68							=	17.58	Dinding Belakang
	B5	2.27	x	9.68							=	21.96	Dinding Belakang
	B6	1.82	x	0.80	x	2.00					=	2.91	Dinding Samping
	B7	0.45	+	1.15	x	1.03	x	2.00			=	1.65	Pondasi
	C1	0.60	x	0.30	x	2	x	4			=	1.44	Pier Head
	C2	0.30	x	0.30	x	2	x	4			=	0.72	Pier Head
												160.11	
												160.11	m2

Perhitungan											Volume	Sat	
6	Pile Slab Kanan												
	1 Lantai Kerja												
	A1	16.80	x	0.10	x	3					=	5.04	
	1 Pile Cap												
	A1	0.80	x	7.00	x	2	x	3.00			=	33.80	
	A2	0.80	x	1.00	x	2	x	3.00			=	4.80	
	2 Kolom												
	B1	3.14	x	0.75	x	2.33	x	3			=	16.43	
	B2	3.14	x	0.75	x	2.75	x	3			=	19.41	
	B3	3.14	x	0.75	x	3.03	x	3			=	21.41	
	3 Balok Memanjang uk. 40x50												
	C1	0.40	x	18.78							=	7.51	
	C1	0.30	x	18.78	x	2					=	11.27	
	C2	0.40	x	17.70							=	7.08	
	C2	0.30	x	17.70	x	2					=	10.62	
	C3	0.40	x	16.35							=	6.54	
	C3	0.30	x	16.35	x	2					=	9.81	
	4 Balok Melintang												
	C4	0.30	x	5.05	x	3					=	4.55	
	C5	0.40	x	5.05	x	2	x	3			=	12.12	
												165.14	
												165.14	m2

Perhitungan										Volume	Sat	
7	Pile Slab Kiri											
	1 Lantai Kerja											
	A1	16.80	x	0.10	x	4		=	6.72			
	1 Pile Cap											
	A1	0.80	x	7.00	x	2	x	4.00	=	44.80		
	A2	0.80	x	1.00	x	2	x	4.00	=	6.40		
	2 Kolom											
	B1	3.14	x	0.75	x	2.03	x	3	=	14.31		
	B2	3.14	x	0.75	x	2.48	x	3	=	17.51		
	B3	3.14	x	0.75	x	2.83	x	3	=	19.97		
	B4	3.14	x	0.75	x	3.00	x	3	=	21.20		
	3 Balok Memanjang uk. 40x50											
	C1	0.40	x	22.35				=	8.94	(Bawah)		
	C1	0.30	x	22.35	x	2		=	13.41	(Samping)		
	C2	0.40	x	23.13				=	9.25	(Bawah)		
	C2	0.30	x	23.13	x	2		=	13.88	(Samping)		
	C3	0.40	x	24.35				=	9.74	(Bawah)		
	C3	0.30	x	24.35	x	2		=	14.61	(Samping)		
	4 Balok Melintang											
	C4	0.30	x	5.05	x	4		=	6.06	(Bawah)		
	C5	0.40	x	5.05	x	2	x	4	=	16.16	(Samping)	
									222.94		222.94	m2

Perhitungan										Volume	Sat	
8	Lantai Slab Jembatan											
	A	0.20	x	145.14	x	2.00		(Slab Jembatan)	=	58.06		
	B	7.30	x	19.96				(Slab Pile Slab Kiri)	=	145.71		
	C	7.30	x	18.00				(Slab Pile Slab Kanan)	=	131.40		
									=	335.16		
	Pengurang Bekisting Slab											
	A	3.14	x	0.38	x	0.38	x	9	(Kolom Pile Slab Kanan)	=	3.97	
	B	11.27	+	10.62	+	6.54		(Balok Memanjang Pile Slab Kanan)	=	28.43		
	C	6.06						(Balok Melintang Pile Slab Kanan)	=	6.06		
	D	3.14	x	0.38	x	0.38	x	12	(Kolom Pile Slab Kanan)	=	5.30	
	E	8.94	+	9.25	+	9.74		(Balok Memanjang Pile Slab Kiri)	=	27.93		
	F	6.06						(Balok Melintang Pile Slab Kiri)	=	6.06		
									=	77.75		
								Total Bekisting Slab	=	257.41	257.41	m2
9	Sandaran Hand Realing											
	Area							Jumlah				
	A1	0.25	-	0.01	x	2	x	101	=	47.67	(Luar)	
	A1	1.30	x	0.20	x	2	x	101	=	52.52	(Luar)	
	A2	0.25	-	0.01	x	2	x	107	=	50.50	(Dalam)	
	A2	1.30	x	0.20	x	2	x	107	=	55.84	(Dalam)	
									=	206.34	206.34	m2
	Jumlah Total										1.825.35	m2

(Sumber: Perhitungan kontraktor)

Dari Tabel 4.5. diatas maka dapat dilihat kebutuhan bekisting pada tiap lokasi pekerjaannya dan dapat direkapitulasi seperti pada Tabel 4.5. yang terlampir dibawah ini.

Tabel 4.6. Rekapitulasi kebutuhan bekisitng

NO	NAMA BEKISITNG	SATUAN	VOLUME
	(a)		(b)
1	Abutmen Pile Slab 1 dan 2	m2	235.07
2	Abutmen No. 1	m2	171.33
3	Pilar No. 1	m2	209.63
4	Pilar No. 2	m2	197.39
5	Abutmen No. 2	m2	160.11
6	Pile Slab Kanan	m2	165.14
7	Pile Slab Kiri	m2	222.94
8	Lantai Slab Jembatan	m2	257.41
9	Sandaran Hand Realing	m2	206.34
	JUMLAH	m2	1825.35

g. Kapasitas produksi

1. Kapasitas Produksi Pemancangan

Untuk menentukan kapasitas produksi pemancangan maka diperlukan pengambilan sample agar dapat menentukan kapasitas produksi pemancangan perharinya. Dalam pelaksanaan dilapangan dilakukan pengambilan beberapa sampel jumlah pemancangan perharinya sesuai terlampir pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Kapasitas Produksi Pemancangan

Sample	Jam Kerja/hari	Kap Produksi/ Hari (m')	Jumlah Alat	Kap Produksi/ Hari (m')	Jumlah (Btg)
	(a)	(b)	(c)	(d)=(b):(c)	(e) = (d) : 30
Titik 1	8	60.00	1	60	2
Titik 2	8	60.00	1	60	2
Titik 3	8	60.00	1	60	2
Rata-rata		60.0		60.0	2.0

(Sumber: Data kontraktor)

Dari Tabel 4.7. dapat dilihat dari tiga sampel yang diambil dengan waktu pekerjaan selama 8 jam maka perharinya menghasilkan pemancangan 2 batang.

Sedangkan dengan menggunakan *Drop Hammer* sesuai referensi dapat diambil dari 21 sampel pemancangan dengan kedalaman perharinya 50 m' dengan waktu pekerjaan selama 8 jam perharinya.

Tabel 4.8. Produktivitas pemancangan dengan *Drop Hammer*

No.	Waktu (jam)	Kedalaman (m)	Produktivitas (m/jam)
1	8,05	50	6,21
2	8,32	50	6,00
3	8,32	50	6,00
4	8,22	50	6,08
5	7,21	50	6,93
6	8,27	50	6,24
7	8,01	50	6,24
8	7,55	50	6,62
9	8,29	50	6,03
10	7,19	50	6,95
11	7,19	50	6,95
12	7,33	50	6,82
13	8,45	50	5,91
14	8,11	50	6,16
15	7,44	50	6,72
16	8,16	50	6,12
17	8,00	50	6,25
18	7,20	50	6,94
19	7,20	50	6,94
20	8,28	50	6,03
21	8,21	50	6,09
Total		1050	133,25
Rata-rata		50	6,25

(Sumber: <https://journal.univpancasila.ac.id/index.php/infrastruktur/article/view/1267/1492>)

2. Kapasitas Produksi Pekerjaan Bekisitng

Dalam penentuan kapasitas produksi pada pekerjaan bekisitng dengan volume pekerjaan 1825.35 m² dengan rencana pekerjaan 37 hari sesuai schedule pekerjaan maka dibutuhkan pekerja sebanyak 8 orang sehingga dapat menghasilkan volume sebesar 49.33 m² per harinya. Sedangkan dengan metode Semi system dengan rencana pekerjaan 30 hari dapat menghasilkan 60.85 m² perharinya untuk menyelesaikan pekerjaan bekisitng. Terlampir pada Tabel 4.8. Kapasitas produksi pekerjaan bekisitng

Tabel 4.9 Kapasitas produksi pekerjaan bekisiting

No	Item Pekerjaan	Volume (m ²)	Jam Kerja/hari	Jumlah Tenaga/Hari	Rencana Pekerjaan (hari)	Rencana Pekerjaan (m ² /hari)	Kapasitas Produksi Tm ² /hari (m ²)
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)=(a)/(b)	(f)=(e)/(c)
1	Bekisiting Konvensional	1825.35	8	8	37.00	49.33	6.17
2	Semi Sistem	1825.35	8	8	30.00	60.85	7.61

(Sumber: Data Proyek)

Tabel 4.10 Harga satuan Bekisiting

Harga Satuan Bekisting		
Jenis	Harga Bahan per m ²	Harga upah
Konvensional	Rp 242.100,-	Rp 120.000,-
Semi Sistem	Rp 310.730,-	Rp 170.000,-

(Sumber <http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/>)

h. Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung

Biaya langsung adalah semua biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi di lapangan. Biaya langsung pada proyek konstruksi dapat diperkirakan jumlahnya dengan cara menghitung volume pekerjaan dan biaya proyek berdasarkan harga satuan pekerjaan.

Biaya tidak langsung (Indirect Cost) adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan. Meskipun begitu, biaya tidak langsung harus ada dan tidak bisa dilepaskan dari proyek yang tengah berjalan. Biaya tidak langsung ini belum secara eksplisit dihitung pada tiap proyek konstruksi tetapi perlu diperkirakan guna alokasi biaya di luar pekerjaan konstruksi.

Beberapa biaya tidak langsung yang perlu diperhitungkan dalam pekerjaan pemancangan antara lain:

1. Sewa alat berat untuk membantu pemancangan
2. Listrik dan Air
3. Manajemen waktu/biaya
4. Overhead

5. Sosial

Tabel 4.11 RAP Biaya tidak langsung

No	Item Biaya Tidak Langsung	Satuan	Biaya/Hari
1	Air Kerja	Oh	100,000.00
2	Listrik	Oh	50,000.00
3	Manajemen Waktu	Oh	50,000.00
4	OverHead	Oh	75,000.00

(Sumber: Perhitungan Kontraktor)

i. Upah

Tabel 4.12 Tabel upah

No.	Nama	Satuan	Harga (Rp)
1	Mandor	OH	Rp 140.000,-
2	Kepala Tukang	OH	Rp 150.000,-
3	Tukang Batu	OH	Rp 140.000,-
4	Tukang Besi	OH	Rp 140.000,-
5	Tukang Kayu	OH	Rp 140.000,-
6	Tukang Cat	OH	Rp 140.000,-
7	Tukang Gali	OH	Rp 140.000,-
8	Tukang Pipa	OH	Rp 140.000,-
9	Tukang Penganyam Bronjong	OH	Rp 140.000,-
10	Tukang Las Biasa	OH	Rp 140.000,-
11	Tukang Baja Ringan	OH	Rp 140.000,-
12	Tukang Listrik	OH	Rp 145.000,-
13	Tukang Tebas	OH	Rp 140.000,-
14	Pekerja	OH	Rp 61.250,-
15	Buruh	OH	Rp 61.250,-
16	Operator Terlatih	OH	Rp 168.552,-
17	Pembantu Operator	OH	Rp 120.000,-
18	Sopir	OH	Rp 168.552,-
19	Pembantu Sopir	OH	Rp 125.000,-

20	Tenaga Wolder	OH	Rp 140.000,-
21	Tenaga Rigger	OH	Rp 115.000,-
22	Kepala Tukang Alumunium	OH	Rp 140.000,-
23	Tukang Las Konstruksi	OH	Rp 140.000,-
24	Tukang Las Biasa	OH	Rp 140.000,-
25	Tukang Baja Ringan	OH	Rp 140.000,-
26	Tukang Listrik	OH	Rp 145.000,-
27	Juru Ukur	OH	Rp 175.000,-
28	Pembantu Juru Ukur	OH	Rp 129.656,-
29	Mekanik Alat Berat	OH	Rp 168.552,-
30	Tukang	OH	Rp 140.000,-
31	Tukang Vibrator	OH	Rp 140.000,-
32	Tukang Ereksi	OH	Rp 140.000,-
33	Pekerja	Jam	Rp 14.375,-
34	Mandor	Jam	Rp 17.500,-
35	Tukang Batu	Jam	Rp 17.500,-
36	Tukang	Jam	Rp 17.500,-

(Sumber : <http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/>)

j. Harga BBM

Tabel 4.13 Tabel harga BBM

Harga BBM		
No.	Jenis Bahan Bakar	Harga (Rp)
1	Pertamax	Rp 13.900,-
2	Pertalite	Rp 10.000,-
3	Solar	Rp 6.800,-
4	Dexlite	Rp 18.300,-

(Sumber : <http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/>)

k. Data Harga Sewa Alat

Data sewa alat berdasar harga satuan dasar Kota Semarang 2022 yang tercantum dalam Tabel 4.14 tentang harga sewa alat sebagai berikut:

Tabel 4.14 Harga sewa alat

No.	Alat	Harga/jam	Harga/hari
1	HSPD	Rp 359.800,-	Rp 2.878.400,-
2	<i>Drop Hammer</i>	Rp 126.281,-	Rp 1.010.248,-

(Sumber : <http://maspetruk.dpubinmarcipka.jatengprov.go.id/>)

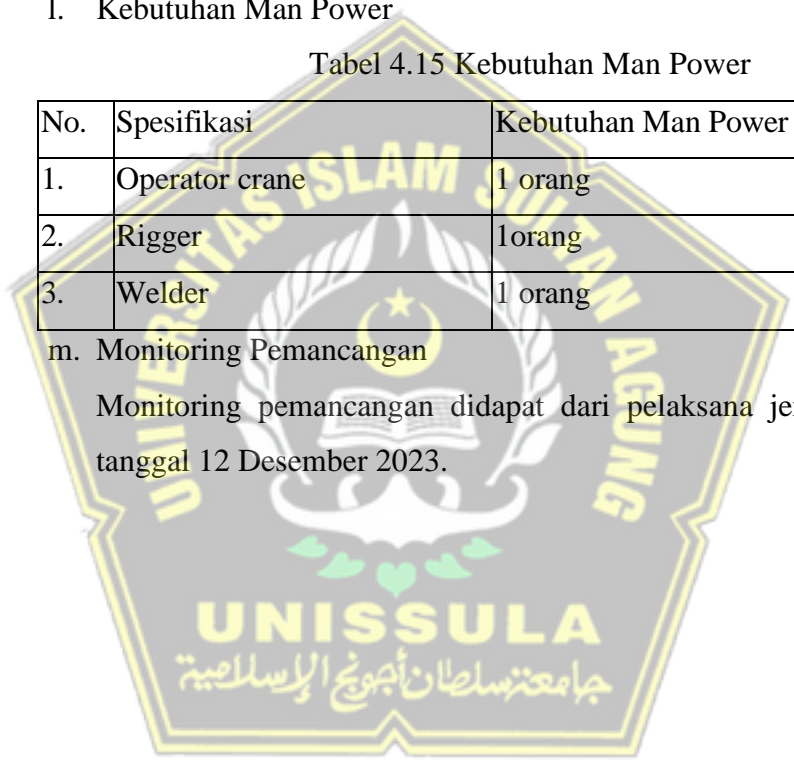
1. Kebutuhan Man Power

Tabel 4.15 Kebutuhan Man Power

No.	Spesifikasi	Kebutuhan Man Power
1.	Operator crane	1 orang
2.	Rigger	1orang
3.	Welder	1 orang

m. Monitoring Pemancangan

Monitoring pemancangan didapat dari pelaksana jembatan pada tanggal 12 Desember 2023.



Tabel. 4.16 Monitoring Pemancangan

MONITORING PEMANCANGAN

LOKASI : PIER 1

PROYEK : REHABILITASI DI GLAPAN TIMUR

NO	TANGGAL	NOMOR TIANG PANCANG	WAKTU		KEDALAMAN PEMANCANGAN (M)	KETERANGAN
			MULAI	SELESAI		
1	04/12/2023	P1	9	17	50	
2	05/12/2023	P2	8	16	50	
3	06/12/2023	P3	7,3	15,3	50	
4	07/12/2023	P4	8	16	50	
5	08/12/2023	P5	9	17	50	
6	09/12/2023	P6	9	17	50	
7	10/12/2023	P7	9	17	50	
8	11/12/2023	P8	8	16	50	
9	12/12/2023	P9	8	16	50	
10	13/12/2023	P10	7,3	15,3	50	
11	14/12/2023	P11	8	16	50	
12	15/12/2023	P12	9	17	50	
13	16/12/2023	P13	9	17	50	
14	17/12/2023	P14	8,15	16,15	50	
15	18/12/2023	P15	9	17	50	
16	19/12/2023	P16	8,08	16,08	50	
17	20/12/2023	P17	9	17	50	
18	21/12/2023	P18	8	16	50	
19	22/12/2023	P19	8	16	50	
20	23/12/2023	P20	9	17	50	
21	24/12/2023	P21	9	17	50	
22	25/12/2023	P22	7,3	15,3	50	
23	26/12/2023	P23	7,3	15,3	50	
24	27/12/2023	P24	9	17	50	
25	28/12/2023	P25	9	17	50	
26	29/12/2023	P26	9	17	50	
27	30/12/2023	P27	8	16	50	
28	31/12/2023	P28	9	17	50	
29						
30						

Mengetahui, 20/12/23



Jokoher

Pelaksanaan Lapangan

Diajukan Oleh,



Dina Aulia Rofii

Mahasiswa

(Sumber: Monitoring Kontraktor)

4.2. Analisis Waktu

4.2.1 Perbandingan Analisis Waktu Pemancangan

4.2.1.1 Pemancangan dengan HSPD

Dalam Analisa waktu pemancangan yakni memperhitungkan kapasitas produksi pemancangan perharinya 60 m' dengan jam kerja 8 jam/hari sehingga dalam pekerjaan 1 jam kerja menghasilkan 7,5 m'/jam (sumber berasal dari pengambilan sampel beberapa titik dilapangan pada Tabel 4.7).

Kapasitas produksi per hari:

$$\begin{aligned}
 &= \text{produktivitas perjam} \times \text{jam kerja} \\
 &= 7,5 \text{ m'}/\text{jam} \times 8 \text{ jam kerja}/\text{hari} = 60 \text{ m'}/\text{hari} \\
 &= 60\text{m'}/\text{hari} : 30 \text{ m'}/\text{titik} \\
 &= 2 \text{ titik}/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi per minggu:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kapasitas per hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 2 \text{ titik}/\text{hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 14 \text{ titik}/\text{minggu}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan pemancangan membutuhkan waktu penyelesaian selama:

$$\begin{aligned}
 &= \text{jumlah titik (Tabel 4.4)} : \text{kapasitas produksi perminggu} \\
 &= 141 \text{ titik} : 14 \text{ titik}/\text{minggu} \\
 &= 10,072 \text{ minggu (71 hari)}
 \end{aligned}$$

Setelah meperhitungan waktu yang dibutuhkan saat berpindah lokasi maka waktu yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan pemancangan terlampir pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Schedule Pemancangan dengan HSPD

NO	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume (tabel 4.4)	Kap/Minggu	Desember 2023				Januari 2024				Februari 2024				
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Pilar 1	Titik	30	14	14	14	2										
2	Pilar 2	Titik	30	14			12	14	4								
3	Abutmen 1	Titik	24	14					10	14							
4	Abutmen 2	Titik	24	14							14	10					
5	Opritan Kanan	Titik	9	14								4	5				
6	Opritan Kiri	Titik	12	14										9	3		
7	Abutmen Opritan kanan	Titik	6	14											6		
8	Abutmen Opritan kiri	Titik	6	14											5		

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa dengan menggunakan crane pancang (HSPD) dapat menghasilkan kapasitas produksi 14 titik perminggu sehingga dalam

penyelesaiannya membutuhkan estimasi waktu 10,072 minggu (71 hari) pekerjaan yakni pekerjaan dimulai pada awal desember dan selesai di akhir februari.

4.2.1.2 Pemancangan dengan *Drop Hammer*

Dalam Analisa waktu pemancangan yakni memperhitungkan kapasitas produksi pemancangan perharinya 50 m' dengan jam kerja 8 jam/hari sehingga dalam pekerjaan 1 jam kerja menghasilkan 6,25 m'/jam (sumber berasal dari pengambilan sampel beberapa titik dilapangan pada Tabel 4.8).

Kapasitas produksi per hari:

$$\begin{aligned}
 &= \text{produktivitas perjam} \times \text{jam kerja} \\
 &= 6,25 \text{ m'/jam} \times 8 \text{ jam kerja/hari} = 50 \text{ m'/hari} \\
 &= 50 \text{ m'/hari} : 30 \text{ m'/titik} \\
 &= 1,67 \text{ titik/hari}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi per minggu:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Kapasitas per hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 1,67 \text{ titik/hari} \times 7 \text{ hari} \\
 &= 11,67 \text{ titik/minggu}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan pemancangan membutuhkan waktu penyelesaian selama:

$$\begin{aligned}
 &= \text{jumlah titik} : \text{kapasitas produksi perminggu} \\
 &= 141 \text{ titik (Tabel 4.4)} : 11,67 \text{ titik/minggu} \\
 &= 12,082 \text{ minggu (85 hari)}
 \end{aligned}$$

Setelah meperhitungan waktu yang dibutuhkan saat berpindah lokasi maka waktu yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan pemancangan terlampir pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Schadule Pemancangan dengan *Drop Hammer*

NO	Uraian Kegiatan	Satuan	Volume (tabel 4.4)	Kap/Minggu	Desember 2023				Januari 2024				Februari 2024				
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Pilar 1	Titik	30	12	12	12	6										
2	Pilar 2	Titik	30	12			6	12	12								
3	Abutmen 1	Titik	24	12						12	12						
4	Abutmen 2	Titik	24	12								12	12				
5	Opritan Kanan	Titik	9	12											9		
6	Opritan Kiri	Titik	12	12											3	12	
7	Abutmen Opritan kanan	Titik	6	12													3
8	Abutmen Opritan kiri	Titik	6	12													9

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Drop Hammer* dapat menghasilkan kapasitas produksi 12 titik perminggu sehingga dalam penyelesaiannya membutuhkan estimasi waktu 12,082 minggu (85 hari) pekerjaan yakni pekerjaan dimulai pada awal desember dan selesai di akhir Februari 2024.

Dari Kedua Tabel diatas memperlihatkan perbedaan antara kedua metode diatas dan dilampirkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perbandingan Waktu

Pekerjaan	Dengan HSPD	Dengan <i>Drop Hammer</i>	Selisih
Pemancangan	71 hari	85 hari	14 hari

Dari perbandingan antara metode HSPD dengan metode *Drop Hammer* memperlihatkan selisih waktu selama 14 hari. Dengan menggunakan HSPD menggunakan waktu lebih cepat penyelesaian pekerjaan pemancangan dibandingkan menggunakan *Drop Hammer*.

4.2.2 Perbandingan Analisis Waktu Pekerjaan Bekisitng

Perbandingan Analisis Waktu Pekerjaan Bekisitng merupakan analisa terhadap waktu pekerjaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Dengan membandingkan antara metode menggunakan bekisiting semi konvensional dan semi system dengan meperhitungkan kapasitas produksi per hari (terlampir pada Tabel 4.9) dengan metode bekisiting konvensional jumlah tenaga kerja 8 orang perharinya dapat menyelesaikan volume sebesar 49,33 m², sedangkan dengan metode sesi system dapat selesai sebesar 60,85 m² perharinya. Volume pekerjaan bekisting dapat dilihat pada Tabel 4.6. Dengan kapastisas produksi perhari dapat dihitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisitng dengan menggunakan metode konvensional dan semi system terlampir pada Tabel 4.20. Analisa perbandingan waktu pekrjaan dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perbandingan waktu pekerjaan

No	Nama Bekisting	Satuan	Volume (tabel 4.6)	Kap Produksi (hari) (tabel 4.9)		Waktu Penyelesaian (hari)	
				Konvensional	Semi Sistem	Konvensional	Semi Sistem
			(a)	(b)	(c)	(e)=(a):(b)	(d)=(a):(c)
1	Abutmen Pile Slab 1 dan	m2	235,07	49,33	60,85	4,76	3,86
2	Abutmen No. 1	m2	171,33	49,33	60,85	3,47	2,82
3	Pilar No. 1	m2	209,63	49,33	60,85	4,25	3,45
4	Pilar No. 2	m2	197,39	49,33	60,85	4,00	3,24
5	Abutmen No. 2	m2	160,11	49,33	60,85	3,25	2,63
6	Pile Slab Kanan	m2	165,14	49,33	60,85	3,35	2,71
7	Pile Slab Kiri	m2	222,94	49,33	60,85	4,52	3,66
8	Lantai Slab Jembatan	m2	257,41	49,33	60,85	5,22	4,23
9	Sandaran Hand Realing	m2	206,34	49,33	60,85	4,18	3,39
				JUMLAH		37,00	30,00

Tabel 4.20 menunjukkan kapasitas produksi yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting antara menggunakan metode dengan bekisting konvensional membutuhkan waktu selama 37 hari dan dengan menggunakan metode Semi Sistem membutuhkan waktu 30 hari pekerjaan. Analisis Rencana waktu penyelesaian bekisting dengan metode Konvensional dapat dilihat pada Tabel 4.21 schedule rencana pekerjaan bekisting. Tabel.4.21 Analisis Rencana waktu penyelesaian bekisting dengan metode Konvensional dapat di lihat pada lampiran.

Tabel 4.21 menunjukan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting dengan metode konvensional membutuhkan waktu selama 37 hari dengan kapasitas produksi 49,33 m2 perharinya.

Berdasarkan Tabel 4.20 didapat analisa rencana waktu penyelesaian bekisting dengan metode konvensional.

Dalam metode Semi system sendiri dapat dilihat schedule pekerjaan bekisting jauh lebih cepat dibandingkan konvensional terlampir pada Tabel 4.22. Tabel 4.22. Analisa Rencana waktu penyelesaian bekisting dengan metode Semi Sistem dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.22 menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting yakni selama 30 hari dengan kapasitas produksi perharinya 60,85 m2.

Dari kedua metode yang digunakan untuk menyelesaikan bekisting pada jembatan, metode dengan menggunakan semi semi system

menggunakan waktu 30 hari dalam penyelesaiannya itu dikarenakan kapasitas produksi perharinya lebih besar dari pada menggunakan metode konvensional yang membutuhkan waktu selama 37 hari dalam penyelesaiannya.

Berdasarkan Tabel 4.21 dan Tabel 4.22 didapatkan Tabel perbandingan waktu sebagai berikut:

Tabel 4.23 Perbandingan waktu pekerjaan

	Konvensional	Semi Sistem	Selisih
Waktu	37 hari	30 hari	7 hari
Volume	49,33 m ² /hari	60,85 m ² /hari	11,52 m ² /hari

3.2. Analisis Biaya

4.3.1 Analisis Biaya Pemancangan

Analisa data perhitungan ini akan memperhitungkan dan membandingkan biaya dan waktu pekerjaan pondasi dengan HSPD (Hydrolic Statc Pile Driver) dengan *Drop Hammer* pada pekerjaan Jembatan di Proyek DI Glapan Timur.

4.3.1.1 Analisis Sewa Alat

Data sewa alat terlampir pada Tabel 4.14, sehingga menjadi dasar dalam menganalisis biaya yang dibutuhkan untuk sewa alat HSPD dan *Drop Hammer* sebagai berikut:

1. Perhitungan harga sewa alat dengan HSPD

Total volume = jumlah titik 141 (Tabel 4.4)

$$= 4.395 \text{ m}^3$$

Volume pekerjaan dalam 1 hari 60 m (Tabel 4.7)

Maka dapat diselesaikan dalam 71 hari (Tabel 4.17)

Harga sewa harian :

HSH = Harga sewa perjam x jam kerja/hari

$$= 359.800 \times 8 \text{ jam kerja}$$

$$= \text{Rp. } 2.878.400 \text{ /hari}$$

Harga Sewa Penuh:

HSP = Harga Sewa harian x Jumlah hari kerja

$$= 2.878.400 \times 71 \text{ hari (Tabel 4.17)}$$

$$= \text{Rp. } 204.366,40$$

2. Perhitungan harga sewa alat dengan *Drop Hammer*

Total volume = jumlah titik 141 (Tabel 4.4)

$$= 4.395 \text{ m}^3$$

Volume pekerjaan dalam 1 hari 50 m (Tabel 4.8)

Maka dapat diselesaikan dalam 85 hari (Tabel 4.18)

Harga sewa harian :

HSH = Harga sewa perjam x jam kerja /hari

$$= 126.281 \times 8 \text{ jam kerja}$$

$$= \text{Rp. } 1.010.248 \text{ /hari}$$

Harga Sewa Penuh:

HSP = Harga Sewa harian x Jumlah hari kerja (Tabel 4.18)

$$= 1.010.248 \times 85 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp. } 85.871,08$$

Maka perbandingan biaya sewa alat terhadap waktu penyelesaian pekerjaan pemancangan dapat dilihat pada Tabel 4.24. Tabel analisa perbandingan biaya sewa alat dapat dilihat pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Analisis Perbandingan biaya sewa alat

No	Alat Pancang	Biaya Sewa Alat	Waktu Penyelesaian (hari)
1	HSPD	Rp 204.366,40	71
2	Drop Hammer	Rp 85.871,08	85

4.3.1.2 Analisa Upah Pekerja

Pada Tabel 4.12 menunjukkan upah pekerjaan berdasar harga satuan dasar kota Semarang 2023. Berikut terlampir analisa upah pekerja dengan waktu pekerjaan sesuai metode yang digunakan.

a. Perhitungan Tenaga Operator

Upah perhari = Rp. 120.000 (Tabel 4.12)

Waktu kerja = 85 hari

$$= 120.000 \times 85$$

$$= \text{Rp. } 10.200.000$$

b. Perhitungan tenaga Rigger (pengikat)

Upah perhari = Rp. 115.000 (Tabel 4.12)

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja} &= 85 \text{ hari} \\ &= 115.000 \times 85 \\ &= \text{Rp. } 9.775.000 \end{aligned}$$

c. Perhitungan tenaga Welder

Upah perhari = Rp. 140.000 (Tabel 4.12)

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja} &= 85 \text{ hari} \\ &= 140.000 \times 85 \\ &= \text{Rp. } 11.900.000 \end{aligned}$$

d. Perhitungan Solar

Dalam pemakaian satu jam kerja alat membutuhkan solar sebesar 6,25 liter/jam, sehingga dalam waktu kerja 8jam/hari alat membutuhkan solar 50 liter/hari.

$$\begin{aligned} &\text{Kebutuhan harian 50 liter} \\ &\text{Waktu pekerjaan 85 hari} \\ &\text{Harga perliter Rp. 6.800 (Tabel 4.12)} \\ &= 50 \text{ liter} \times 85 \text{ hari} \times 6.800 \\ &= \text{Rp. } 28900.000 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas ditemukan analisis biaya pekerjaan antara kedua metode terlampir pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Perbandingan Biaya

No	Alat	Satuan	Volume	Harga Satuan	Biaya Sewa Alat	Kumulatif
			(a)	(b)	(c)=(a)x(b)	(e)
1	HSPD	Hari	71	Rp 2.878.400,00	Rp 204.366.400,00	
	Operator	OH	71	Rp 120.000,00	Rp 8.520.000,00	
	Rigger	OH	71	Rp 115.000,00	Rp 8.165.000,00	
	Welder	OH	71	Rp 140.000,00	Rp 9.940.000,00	
	Solar	Ltr	3500	Rp 6.800,00	Rp 23.800.000,00	Rp 254.791.400,00
2	Drop Hammer	Hari	85	Rp 1.010.248,00	Rp 85.871.080,00	
	Operator	OH	85	Rp 120.000,00	Rp 10.200.000,00	
	Rigger	OH	85	Rp 115.000,00	Rp 9.775.000,00	
	Welder	OH	85	Rp 140.000,00	Rp 11.900.000,00	
	Solar	Ltr	4200	Rp 6.800,00	Rp 28.560.000,00	Rp 146.306.080,00

Tabel 4.25 menunjukkan biaya yang diperlukan dalam metode HSPD sebesar Rp.254.791.400 sedangkan dengan metode *Drop Hammer*

membutuhkan biaya sebesar Rp.146.306.080 sehingga dari segi biaya penggunaan *Drop Hammer* lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode HSPD.

4.3.2 Analisis Biaya Bekisting

Pada Tabel 4.6. menunjukkan volume untuk pekerjaan Bekisting. Pada Tabel 4.10 menunjukkan upah untuk pekerjaan Bekisting antara metode konvensional dan semi system. Dari kedua Tabel tersebut maka dibuatkan Analisa biaya bekesting seperti yang terlampir di Tabel 4.26.

Tabel. 4.26 Analisis Biaya Bekisting

No	Nama Bekisting	Satuan	Volume (a)	Harga Satuan/m ²		Waktu Penyelesaian (hari)	
				Konvensional (b)	Semi Sistem (c)	Konvensional (e)=(a)x(b)	Semi Sistem (d)=(a)x(c)
1	Abutmen Pile Slab 1 dan 2	m ²	235.07	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 28,208,228.40	Rp 39,961,656.90
2	Abutmen No. 1	m ²	171.33	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 20,559,463.20	Rp 29,125,906.20
3	Pilar No. 1	m ²	209.63	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 25,155,753.60	Rp 35,637,317.60
4	Pilar No. 2	m ²	197.39	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 23,686,353.60	Rp 33,555,667.60
5	Abutmen No. 2	m ²	160.11	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 19,213,123.56	Rp 27,218,591.71
6	Pile Slab Kanan	m ²	165.14	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 19,816,800.00	Rp 28,073,800.00
7	Pile Slab Kiri	m ²	222.94	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 26,752,800.00	Rp 37,899,800.00
8	Lantai Slab Jembatan	m ²	257.41	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 30,889,200.00	Rp 43,759,700.00
9	Sandaran Hand Realing	m ²	206.34	Rp120,000.00	Rp170,000.00	Rp 24,760,320.00	Rp 35,077,120.00
JUMLAH						Rp219,042,042.36	Rp310,309,560.01

Dari perhitungan bekisting semi konvensional dengan semi system terdapat perbedaan dari segi harga. Yakni pada konvensional untuk pekerjaan pemasangan bekisting membutuhkan biaya sebesar Rp. 219.042.042,36 dengan harga dengan upah pekerjaan Rp.120.000 per m², sedangkan dengan menggunakan bekisting semi system membutuhkan biaya sebesar Rp.310.309.560,01. dengan upah sebesar Rp.170.000. dari kedua metode tersebut menggunakan bekisting semi konvensional jauh lebih murah daripada menggunakan bekisting semi system dengan selisih biaya sebesar Rp.91.267.517.

4.27 Tabel Perbandingan Biaya Bekisting

	Konvensional	Semi Sistem	Selisih
Harga Upah	Rp. 120.000 /m ²	Rp. 170.000 /m ²	Rp. 50.000 /m ²
Biaya	Rp. 219.042,36	Rp.310.309.560,01	Rp.310.309.560,01

4.4. Konfigurasi Biaya Pemancangan Metode HSPD dengan menggunakan Bekisting konvensional dan Semi Sistem

Terlampir pada Tabel 4.25 biaya untuk pemancangan dan juga pada Tabel 4.26 biaya untuk metode bekisting sehingga dapat dilakukan konfigurasi biaya antara lain pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Konfigurasi HSPD dengan bekisting konvensional dan semi system

Pekerjaan	Biaya (Rp.)	
	Masing - masing	
Pemancangan HSPD	Rp 254.791.400,00	Rp 254.791.400,00
Bekisting Konvensional	Rp 219.042.042,36	
Bekisting Semi Sistem		Rp 310.309.560,01
Jumlah biaya pemancangan + bekisting	Rp 473.833.442,36	Rp 565.100.960,01

Pada Tabel 4.28 menunjukkan biaya yang dibutuhkan dengan metode Pemancangan HSPD dengan menggunakan bekisting konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp. 473.833.442 dan dengan menggunakan bekisting semi system membutuhkan biaya sebesar Rp.565.100.960.

4.5. Konfigurasi Biaya Pemancangan Metode Drop Hammer dengan menggunakan Bekisting konvensional dan Semi Sistem

Terlampir pada Tabel 4.25 biaya untuk pemancangan dan juga pada Tabel 4.26 biaya untuk metode bekisting sehingga dapat dilakukan konfigurasi biaya antara lain pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Konfigurasi metode Drop Hammer dengan metode bekisting konvensional dan semi system

Pekerjaan	Biaya (Rp.)	
	Masing - masing	
Pemancangan Drop Hammer	Rp 146.306.080,00	Rp 146.306.080,00
Bekisting Konvensional	Rp 219.042.042,36	
Bekisting Semi Sistem		Rp 310.309.560,01
Jumlah biaya pemancangan + bekisting	Rp 365.348.122,36	Rp 456.615.640,01

Pada Tabel 4.29 menunjukkan biaya yang dibutuhkan dengan metode Pemancangan Drop Hammer dengan menggunakan bekisting konvensional membutuhkan biaya sebesar Rp. 365.348.122 dan dengan menggunakan bekisting semi system membutuhkan biaya sebesar Rp.456.615.640.

4.6. Analisis Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk menunjang penyelesaian pekerjaan pemancangan. Data didapat pada Tabel 4.11

Biaya tidak langsung diantara terlampir pada Tabel 4.30.

Tabel 4. 30 Analisis Biaya Tidak Langsung

No	Item Biaya Tidak Langsung	Biaya/Hari	Waktu Pekerjaan		Jumlah	
			HSPD	Diesel Hammer	HSPD	Diesel Hammer
		(a)	(b)	(c)	(d)=(a)x(b)	(e)=(a)x(c)
1	Air Kerja	100.000,00	71	85	Rp 7.100.000,00	Rp 8.500.000,00
2	Listrik	50.000,00	71	85	Rp 3.550.000,00	Rp 4.250.000,00
3	Manajemen Waktu	50.000,00	71	85	Rp 3.550.000,00	Rp 4.250.000,00
4	OverHead	75.000,00	71	85	Rp 5.325.000,00	Rp 6.375.000,00
				Jumlah	Rp 19.525.000,00	Rp 23.375.000,00

Dari Tabel 4.30 menunjukkan biaya tidak langsung yang dikeluarkan untuk pekerjaan pemancangan dengan metode HSPD sebesar Rp.19.525.000 sedangkan dengan metode *Drop Hamer* membutuhkan biaya sebesar Rp.23.375.000. Ini menunjukkan biaya tidak langsung dengan menggunakan *Drop Hammer* lebih besar ibandingan metode menggunakan HSPD, itu dikarenakan waktu penyelesaian dalam metode *Drop Hammer* lebih lama sehingga berpengaruh biaya tidak langsung lebih besar juga.

4.7. Konfigurasi Biaya Tidak Langsung Dengan Biaya Pemancangan dan Bekisiting.

Dari analisis Tabel 4.30 menunjukkan biaya tidak langsung yang dibutuhkan untuk pemancangan antara kedua metode tersebut. Berikut dilakukan konfigurasi antara biaya metode pemancangan dengan biaya tidak langsung terlampir di Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Konfigurasi metode pemancangan dengan biaya tidak langsung

Uraian	Metode Pemancangan	
	HSPD	Drop Hammer
Biaya Langsung	Rp 254.791.400,00	Rp 146.306.080,00
Biaya Tidak langsung	Rp 19.525.000,00	Rp 23.375.000,00
Jumlah	Rp 274.316.400,00	Rp 169.681.080,00

Analisa konfigurasi metode bekisting dengan biaya tidak langsung dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Konfigurasi metode bekisting dengan biaya tidak langsung

Uraian	Metode Bekisting	
	Konvensional	Semi Sistem
Biaya Langsung	Rp 219.042.042,36	Rp 310.309.560,01
Biaya Tidak langsung	Rp 19.525.000,00	Rp 23.375.000,00
Jumlah	Rp 238.567.042,36	Rp 333.684.560,01

Dari Tabel 4.31 menunjukkan konfigurasi metode pemancangan dengan biaya tidak langsung menggunakan metode HSPD berjumlah Rp. 274.316.400 dan metode *Drop Hammer* sejumlah Rp. 169.681.080.

Dari Tabel 4.32 menunjukkan konfigurasi metode bekisting dengan biaya tidak langsung menggunakan metode konvensional berjumlah Rp. 238.567.042 dan metode semi sistem sejumlah Rp. 333.684.560.

4.8. Scheduling Pekerjaan dengan *Ms. Project*

4.8.1 Scheduling Pekerjaan Pemancangan dengan *Ms. Project*

Berdasarkan analisa perhitungan pada Tabel 4.17 dan Tabel 4.18 dapat dibuat *scheduling* pekerjaan pemancangan dengan *Ms. Project* yang terdapat pada Tabel 4.33 dan 4.34. Pada Tabel 4.33 menunjukan *scheduling* pekerjaan pemancangan metode HSPD dengan *Ms. Project* dan pada Tabel 4.34 menunjukan *scheduling* pekerjaan pemancangan metode Drop Hammer dengan *Ms. Project*.

4.8.2 Scheduling Pekerjaan Bekisting dengan *Ms. Project*

Berdasarkan analisa perhitungan pada Tabel 4.21 dan Tabel 4.22 dapat dibuat *scheduling* pekerjaan pemancangan dengan *Ms. Project* yang terdapat pada Tabel 4.35 dan 4.36. Pada Tabel 4.35 menunjukan *scheduling* pekerjaan bekisting metode konvensional dengan *Ms. Project* dan pada Tabel 4.36 menunjukan *scheduling* pekerjaan bekisting metode semi sistem dengan *Ms. Project*.

4.9. Rangkuman hasil analisa

Rangkuman dari hasil analisa dapat di lihat pada Tabel 4.37 dan 4.38. Tabel 4.37 menunjukkan rangkuman hasil analisa pemancangan dan Tabel 4.38 menunjukkan rangkuman hasil analisa bekisting.

Dari tabel 4.37 dan tabel 4.38 dapat di simpulkan:

1. Alternatif metode kerja pemancangan yang efektif dan efisien yaitu metode kerja *Drop Hammer*. Metode kerja *Drop Hammer* memiliki durasi waktu 85 hari dan biaya sebesar Rp. 146.306.080, dengan menggunakan metode kerja *Drop Hammer* dapat menghemat biaya sebesar Rp. 108.485.320. Durasi pekerjaan pemancangan yaitu 3 bulan (90 hari) dan durasi pekerjaan pemancangan dengan metode kerja *Drop Hammer* yaitu 85 hari yang berarti pekerjaan pemancangan dengan menggunakan metode kerja *Drop Hammer* masih efisien untuk digunakan. Metode kerja pemancangan *Drop Hammer* dengan waktu 85 hari dan biaya Rp. 146.306.080 efektif dan efisien untuk digunakan.
2. Alternatif sistem bekisting yang efektif dan efisien adalah sistem bekisting Konvensional. Sistem bekisting Konvensional memiliki durasi waktu 37 hari dan biaya sebesar Rp. 219.042.042, dengan menggunakan sistem bekisting Konvensional dapat menghemat biaya sebesar Rp. 91.267.510. Durasi pekerjaan bekisting yaitu 1,5 bulan (45 hari) dan durasi pekerjaan sistem bekisting Konvensional yaitu 37 hari yang berarti pekerjaan bekisting dengan menggunakan sistem bekisting Konvensional masih efisien untuk digunakan. Selisih durasi waktu sistem bekisting Konvensional dan Semi Sistem hanya 7 hari sedangkan selisih biayanya Rp. 91.267.510. Sistem bekisting Konvensional dengan waktu 37 hari dan biaya Rp. 219.042.042 efektif dan efisien untuk digunakan.
3. Besar nilai efektifitas waktu pada metode kerja pemancangan yaitu 71 hari menggunakan metode kerja pemancangan HSPD, besar nilai efisiensi biaya pada metode kerja pemancangan yaitu Rp. 146.306.080 menggunakan metode kerja pemancangan *Drop Hammer*.
Besar nilai efektifitas waktu pada sistem bekisting yaitu 30 hari menggunakan sistem bekisting Semi Sistem, besar nilai efisiensi biaya

pada sistem bekisting yaitu Rp. 219.042.042 menggunakan sistem bekisting Konvensional..

Dilakukan konfigurasi antar metode pemancangan biaya tidak langsung maka dengan menggunakan metode HSP membutuhkan biaya sebesar Rp.274.316.400 sedangkan dengan metode Diesel Hammer membutuhkan biaya sebesar Rp.169.681.080. Sehingga dengan metode Diesel hammer Jauh lebih murah dibandingkan dengan biaya menggunakan Metode HSPD.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Alternatif metode kerja pemancangan yang efektif dan efisien adalah metode kerja pemancangan *Drop Hammer*.
2. Alternatif sistem bekisting yang efektif dan efisien adalah sistem bekisting Konvensional.
3. Besar nilai efektifitas waktu pada metode kerja pemancangan yaitu 71 hari menggunakan metode kerja pemancangan HSPD, besar nilai efisiensi biaya pada metode kerja pemancangan yaitu Rp. 146.306.080 menggunakan metode kerja pemancangan *Drop Hammer*.

Besar nilai efektifitas waktu pada sistem bekisting yaitu 30 hari menggunakan sistem bekisting Semi Sistem, besar nilai efisiensi biaya pada sistem bekisting yaitu Rp. 219.042.042 menggunakan sistem bekisting Konvensional..

5.2. Saran

Agar pekerjaan pemancangan pada Proyek DI Rehabilitasi Glapan Timur dapat berjalan sesuai schedule yang direncanakan yakni efektifitas waktu dan biaya maka dengan ini penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Metode yang baik digunakan dalam pemancangan tersebut adalah dengan menggunakan metode pemancangan *Drop Hammer* dikarenakan lebih efektif dari segi biaya dan masih aman dari segi waktu.
2. Untuk pekerjaan bekisting lebih disarankan untuk menggunakan metode Konvensional dikarenakan biaya yang dikeluarkan lebih murah dari pada metode semi sistem. Sistem bekisting Konvensional lebih efisien dari segi biaya dan masih aman dari segi waktu.

DAFTAR PUSTAKA

Amilia Agustin, A. A., & Dian Pramirasuci, D. P. (2022). *Penerapan Re-Engineering Metode Pemasangan Pipa Pada Proyek Pembangunan Jaringan Perpipaan Spam Semarang Barat* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).

Hajar, A. W., & Dewi, T. A. (2023). *Re-Engineering Pada Interchange Sayung Proyek Jalan Tol Semarang–Demak Seksi 2* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).

Khairina, A. J., & Setieyana, T. (2023). *Re-Engineering Proyek Pembangunan Gedung Kelas Dan Laboratorium Politeknik Pekerjaan Umum Kota Semarang* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).

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).

Putra, A. P., & Sadewo, E. B. (2023). *Re-Engineering Proyek Pembangunan Gedung Mahad Tahap Ii Uin Walisongo Semarang* (Doctoral Dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).

Abidin, Khanif Fazal. *Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek Dan Efisiensi Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung: (Studi Kasus Pembangunan Rsud Ketanggungan Kabupaten Brebes)*. Diss. Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2021.

Aji, Bayu Sekti, Waspada Tedja Bhirawa, And Darmawan Yulianto. "Optimasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Kantor Cabang Pt Vmf Serang Dengan Menggunakan Metode Cpm & Pert." *Jurnal Teknik Industri* 11.1 (2022): 1-17.

Bertolini, Vicky, Wisnumurti Wisnumurti, And Achfas Zacoeb. "Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin)." *Narotama Jurnal Teknik Sipil* 1.2 (2015).

Febriana, Wahyudin, And Umar Abdul Aziz. "Analisis Penjadwalan Proyek Dengan Metode Pert Menggunakan Microsoft Project 2016." *Surya Beton: Jurnal Ilmu Teknik Sipil* 5.1 (2021): 37-45.

- Gumilang, Bram Iskumara, Dwijanto Dwijanto, And Mulyono Mulyono. "Metode Pertcpm Untuk Optimalisasi Penjadwalan Proyek (Studi Kasus Pembangunan Rusunawa Karangroto Semarang)." *Unnes Journal Of Mathematics* 3.2 (2014).
- Indrastuti, Indrastuti, And Rina Mustifany. "Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Bangunan Gedung (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Variety Restaurant Batu Batam)." *Journal Of Civil Engineering And Planning (Jcep)* 3.1 (2022): 94-101.
- Kareth, Michael, Et Al. "Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading)." *Jurnal Sipil Statik* 1.1 (2012).
- Lestari, Sri Puji. *Optimasi Penjadwalan Proyek Pressure Vessel Terhadap Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Diss. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2023.
- Nuh, Syafaruddin M., And M. Indrayadi. "Analisa Pengaruh Metode Pelaksanaan Proyek Untuk Efisiensi Waktu Dan Biaya Pekerjaan Gedung Bertingkat Di Kota Pontianak." *Jelast: Jurnal Pwk, Laut, Sipil, Tambang* 5.3.
- Rahmawati, Santi Dwi, I. Nyoman Dita Pahang Putra, And Anna Rumintang Nauli. "Optimasi Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Least Cost Scheduling." *Jurnal Ilmiah Mitsu (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)* 10.1 (2022): 1-12.
- Kaprina, Aprilia, Sigit Winarto, And Yosef Cahyo Setianto Purnomo. "Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum Iain Tulungagung." *Jurnal Manajemen Teknologi Dan Teknik Sipil (Jurmateks)* 1.1 (2018): 1-11.
- Ridwan, Ahmad, And Rekso Ajiono. "Pengendalian Biaya Dan Jadwal Terpadu Pada Proyek Konstruksi." *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 12.2 (2017): 74-83.
- Safitri, Elfira, Sri Basriati, And Latifah Hanum. "Optimasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Cpm Dan Pdm (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Balai Nilah Dan Manasik Haji Kua Kecamatan Kateman Kabupaten Indragiri Hilir)." *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika* 5.2 (2019).

- Saputra, Victor. "Optimasi Penjadwalan Proyek Repetitif Dengan Metode Linear Programming." *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan* 2.1 (2018): 50-58.
- Suyoto, Sentot. *Analisis Optimasi Penjadwalan Proyek Dan Biaya Dengan Metode Line Of Balance (Lob) Pada Proyek Jalan (Studi Kasus Pembangunan Peningkatan Jalan Penunjang Kawasan Pariwisata Borobudur Provinsi Jawa Tengah)*. Diss. Fakultas Teknik Unissula, 2018.
- Taurusyanti, Dewi, And Muhamad Fikri Lesmana. "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Jembatan Girder Guna Mencapai Efektifitas Penyelesaian Dengan Metode Pert Dan Cpm Pada Pt Buana Masa Metalindo." *Jimfe (Jurnal Ilmiah Manajemen Fakultas Ekonomi)* 1.1 (2015): 32-36.
- Umam, Faqih Nadiya, Erizal Erizal, And Heriansyah Putra. "Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (Bim) 5d." *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil* 12.1 (2022): 245-256.
- Wiguna, I. Made Andika Surya, Ida Bagus Putu Bintana, And Ni Made Sintya Rani. "Analisis Optimalisasi Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Smpn 14 Denpasar Menggunakan Metode Pert." *Proceedings*. Vol. 9. No. 1. 2021.

