

## TUGAS AKHIR

### TINJAUAN BIAYA PELAKSANAAN DINDING DIAPHRAGMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG MANDAI MAKASSAR



Disusun oleh :

ANDI ALAMSYAH LATIF  
4513041205

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR  
2020/2021



## LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa No. 133/SK/FT.Unibos/II/2021 tanggal Dua Puluh Empat Bulan Dua Tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka :

Pada hari/tanggal : Jum'at / 26 Februari 2021

Tugas Akhir mahasiswa :

Nama : Andi Alamsyah Latif

No.Stambuk : 45 13 041 205

Judul : **Tinjauan Biaya Pelaksanaan Dinding Diaphragma Pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa

### **Tim Penguji Tugas Akhir**

Ketua (Ex Officio) : Ir. H. Burhanuddin Badrun, M.Sp

Sekretaris (Ex Officio) : Hj. Savitri Prasandi M., ST., MT.

Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si

2. Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa

Dr. Ridwan, ST., M.Si

NIP/NIK : 09 101271 01

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil  
Jurusan Sipil

Ir. Nurhadijah Yuniarti, ST.MT

NIP/NIK : 09 160682 01

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Alamsyah Latif

NIM : 45 13 041 205

Judul Skripsi : Tinjauan Biaya Pelaksanaan Dinding Diaphragma  
Pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang  
Mandai Makassar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan Programming yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar,

Yang membuat pernyataan,



Nama Mahasiswa : Andi Alamsyah Latif

NIM : 45 13 041 205

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa memberikan kemudahan bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul “Tinjauan Metode Pelaksanaan Dinding Diafragma Pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar” ini dapat terselesaikan. Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan jenjang pendidikan program sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil di Universitas Bosowa. Dalam proses penulisan Laporan ini, penulis mengalami beberapa kendala, namun berkat bantuan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikannya. Untuk kesempatan ini penulis sampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Nur Hadijah Yuniarti, MT., selaku Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil Universitas Bosowa.
2. Bapak Ir. Burhanuddin Badrun, M.SP., selaku Pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan, saran dan petunjuk dalam penyelesaian Laporan Skripsi ini.
3. Ibu Savitri Prasandi Mulyani, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang turut serta memberikan bimbingan, saran dan petunjuk dalam penyelesaian Laporan Skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen, beserta Staff Teknisi dan Administrasi Teknik Sipil Universitas Bosowa.
5. Ayahanda Alm. Abd. Latief Buleng dan Ibunda Nuraeni Tenriliweng, serta saudara-saudara saya yang tercinta, yang telah banyak

memberikan dukungan, dorongan, motivasi, dan pengorbanan yang besar hingga selesainya Laporan Skripsi ini.

6. Teman-teman seangkatan dan tentunya Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan dukungan dan dorongan hingga penyelesaian studi ini.

Atas dasar keterbatasan kemampuan, penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun sehingga dalam penulisan Laporan Skripsi ini dapat menjadi lebih baik. Harapan penulis laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakannya.

Makassar, 21 Februari 2021

Penulis

## ABSTRAK

### TINJAUAN BIAYA PELAKSANAAN DINDING DIAPHRAGMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN UNDERPASS SIMPANG MANDAI MAKASSAR

Oleh : Burhanuddin Badrun <sup>1)</sup> Savitri Prasandi <sup>2)</sup>

*Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Dalam rangka pemerataan pembangunan demi peningkatan taraf hidup diperlukan peningkatan infrastruktur jalan dan jembatan, peningkatan tersebut juga diperlukan di kawasan timur indonesia khususnya di kota makassar. Metode pelaksanaan cukup mengambil peran penting dalam peningkatan jumlah proyek pembangunan jalan dan jembatan. Tugas akhir ini membahas perbandingan biaya pelaksanaan dinding diaphragma dan secant pile pada proyek pembangunan underpass simpang mandai Makassar. Pada metode pelaksanaan dinding diaphragm memerlukan guide wall sebagai acuan kelurusan dalam pekerjaan pengeboran dan juga memerlukan campuran bentonite agar meminimalisir kelongsoran tanah pada saat pengeboran berlangsung.*

*Hal lain yang dibahas secara khusus adalah perbandingan analisa biaya pelaksanaan dinding diaphragma dengan pelaksanaan secant pile pada proyek pembangunan underpass simpang mandai Makassar.*

*Dari hasil analisa, maka didapatkan bahwa metode diaphragma wall membutuhkan biaya sebesar Rp. 55.645.762.098,049, sedangkan metode secant pile membutuhkan biaya Rp. 53.576.204.892,563.*

**Kata Kunci : Diaphragma Wall, Secant Pile, Underpass, Guide Wall, Bentonite**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1    Latar Belakang .....	I-1
1.2    Rumusan Masalah.....	I-3
1.3    Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-4
1.4    Ruang Lingkup Penelitian .....	I-4
1.5    Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II     STUDI PUSTAKA</b>	
2.1    Pengertian Proyek .....	II-1
2.2    Perencanaan (Planning) .....	II-2
2.3    Pengorganisasian (Organizing) .....	II-4
2.4    Pelaksanaan (Actuating) .....	II-5
2.5    Pengendalian Proyek (Controlling) .....	II-6
2.6    Kurva S .....	II-10

2.7	Underpass .....	II-11
2.8	Tanah .....	II-12
2.9	Dinding Penahan Tanah .....	II-13
	2.9.1 Sistem Stabilisasi Eksternal .....	II-14
	2.9.2 Sistem Stabilisasi Internal .....	II-17
2.10	Macam-macam Dinding Penahan Tanah .....	II-17
2.11	Sistem Manajemen .....	II-20
	2.11.1 Rekayasa Nilai (Value Engineering) .....	II-22
	2.11.2 Prinsip-prinsip Rekayasa Nilai .....	II-23
	2.11.3 Pengertian Fungsi Produk .....	II-24
	2.11.4 Pengertian Nilai (Value) .....	II-24
2.12	Pengertian Biaya Proyek .....	II-25
2.13	Pengertian Rencana Anggaran Biaya .....	II-28
	2.13.1 Rencana Anggaran Biaya .....	II-28
2.14	Kajian Mutu / Kualitas .....	II-30

### **BAB III      METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Gambaran Umum Proyek .....	III-1
3.2	Diagram Alir Penulisan .....	III-2
3.3	Identifikasi Masalah .....	III-3
3.4	Identifikasi Kebutuhan Data .....	III-3
3.5	Metode Pengumpulan Data .....	III-4
3.6	Metode Analisis Data .....	III-6
	3.6.1 Penyusunan Metode Pelaksanaan Struktur .....	III-6

3.6.2	Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) ..	III-7
3.6.3	Penyusunan Time Schedule (Kurva - S) ...	III-9
3.6.4	Analisis Kebutuhan Alat .....	III-11
3.6.5	Analisis Rencana Mutu Kontrak (Kebutuhan Proyek) .....	III-11
3.6.6	Mapping Lokasi Pekerjaan Struktur .....	III-11
3.6.7	Hard Solution Metode .....	III-12
3.6.8	Matriks Pemilihan Metode Pelaksanaan ....	III-12
3.7	Metode Pekerjaan Diafraghm Wall .....	III-14
3.7.1	Pengertian Diafraghm Wall .....	III-12
3.7.2	Metode Pelaksanaan .....	III-14
3.8	Metode Pekerjaan Secant Pile .....	III-19
3.8.1	Pengertian Secant Pile .....	III-19
3.8.2	Metode Pelaksanaan .....	III-19

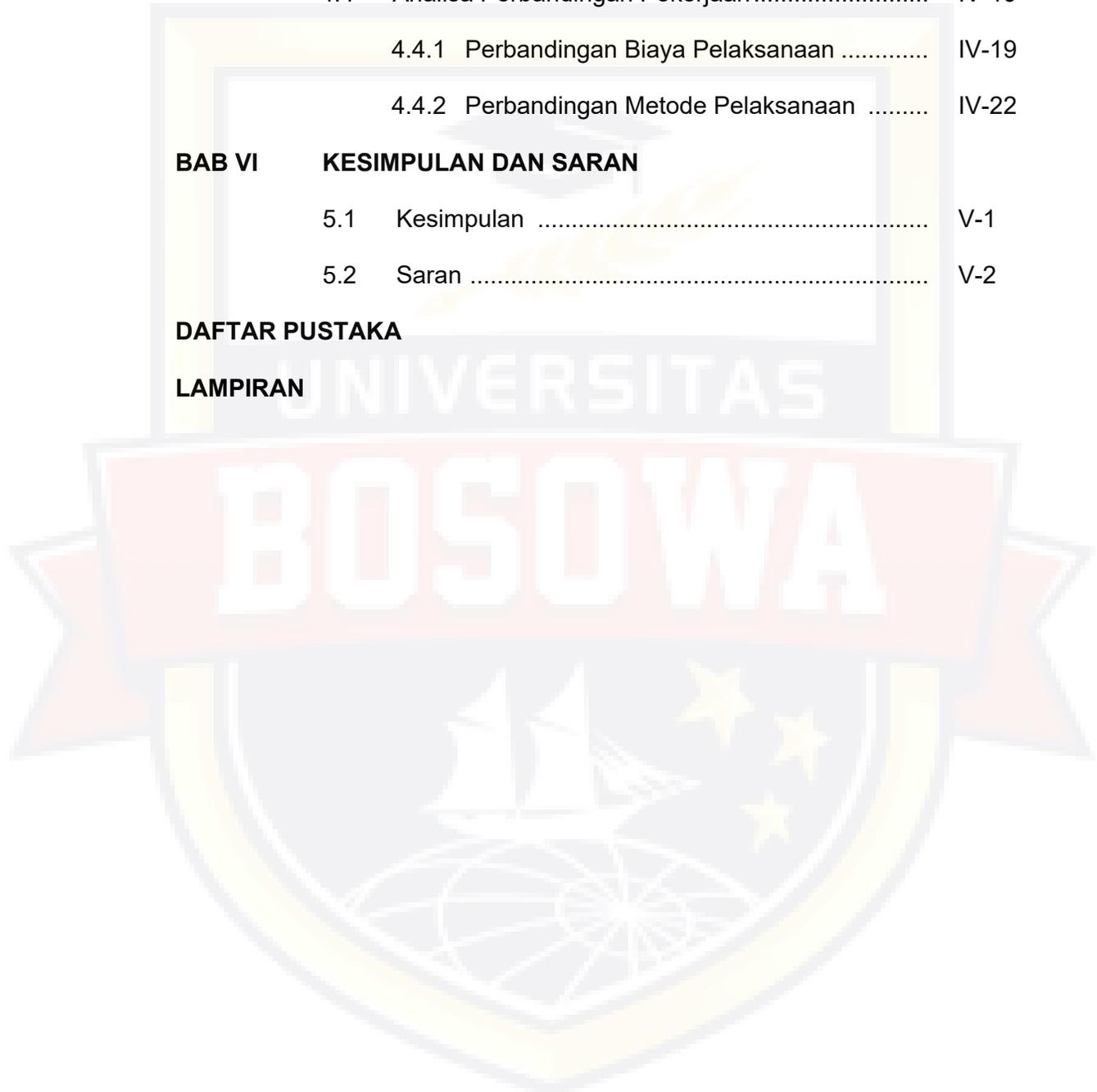
#### **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1	Umum .....	IV-1
4.1.1	Data Teknis Struktur Dinding Penahan Tanah.....	IV-2
4.2	Perbandingan Kebutuhan Alat dan Material .....	IV-5
4.3	Perhitungan Anggaran Biaya Diafraghm Wall .....	IV-7
4.3.1	Perhitungan Volume Pekerjaan .....	IV-7
4.3.2	Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	IV-11

4.3.3	Perhitungan Analisa Biaya .....	IV-18
4.4	Analisa Perbandingan Pekerjaan .....	IV-19
4.4.1	Perbandingan Biaya Pelaksanaan .....	IV-19
4.4.2	Perbandingan Metode Pelaksanaan .....	IV-22
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-2

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Tabel Elevasi Eksisting Memanjang Jalan	IV-2
Tabel 4.2	Fungsional Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Underpass Simpang Mandai	IV-4
Tabel 4.3	Tabulasi daftar alat dan material	IV-6
Tabel 4.4	Volume Pembesian Capping Beam	IV-7
Tabel 4.5	Volume Diaphragma Wall	IV-11
Tabel 4.6	Analisa Harga Satuan Baja Tulangan Capping Beam	IV-12
Tabel 4.7	Analisa Harga Satuan Lantai Kerja Capping Beam	IV-13
Tabel 4.8	Analisa Harga Satuan Beton Capping Beam	IV-14
Tabel 4.9	Analisa Harga Satuan Bongkaran Beton	IV-15
Tabel 4.10	Analisa Harga Satuan Guide Wall Dinding Diaphragma	IV-16
Tabel 4.11	Analisa Harga Satuan Dinding Diaphragma	IV-17
Tabel 4.12	Anggaran Biaya Diaphragma Wall	IV-18
Tabel 4.13	Anggaran Biaya Diaphragma Wall	IV-20
Tabel 4.14	Anggaran Biaya Secant Pile	IV-20
Tabel 4.15	Perbandingan Biaya Pelaksanaan	IV-20

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Proses Perencanaan	II-3
Gambar 2.2	Siklus Pengendalian Proyek	II-8
Gambar 2.3	Contoh Kurva S	II-11
Gambar 2.4	Underpass, Venesia	II-12
Gambar 2.5	Diagram Fase Tanah	II-13
Gambar 2.6	Klasifikasi Dinding Penahan Tanah	II-14
Gambar 2.7	Time schedule pekerjaan Diafraghm Wall	II-15
Gambar 2.8	Sheet Pile Wall	II-16
Gambar 2.9	Mechanically Stabilized Earth (Sumber: Earth Retaining Structures Manual	II-17
Gambar 2.10	Klasifikasi Perkiraan Biaya Proyek	II-26
Gambar 2.11	Biaya-biaya Proyek	II-27
Gambar 2.12	Urutan Pembuatan RAB	II-30
Gambar 2.13	Segitiga Variabel Biaya – Mutu – Waktu	II-31
Gambar 2.14	Unsur – unsur Kualitas	II-33
Gambar 3.1	Diagram Alir Pemilihan Metode Pelaksanaan	III-2
Gambar 3.2	Sketsa Pekerjaan Diafraghm Wall	III-13
Gambar 3.3	Sketsa Pekerjaan Diafraghm Wall Bentonite	III-15
Gambar 3.4	Sketsa Penggalian menggunakan mesin grab	III-16
Gambar 3.5	Sketsa Pembersihan bentonite dan cleaning	III-16
Gambar 3.6	Sketsa Pemasangan Joint dan Erection	III-17
Gambar 3.7	Sketsa Pekerjaan Pengecoran Diafraghm Wall	III-18
Gambar 3.8	Sketsa hasil Pekerjaan Pengecoran Diafraghm Wall	III-18

Gambar 3.9	Ilustrasi pekerjaan Secantpile	III-19
Gambar 3.10	Jadwal pelaksanaan pekerjaan Secantpile	III-20
Gambar 3.11	Guide Wall	III-20
Gambar 3.12	Pemasangan casing dan proses pengeboran Secantpile	III-21
Gambar 3.13	Proses pengecoran Secondary Pile K-175	III-22
Gambar 3.14	Proses pengeboran Primary Pile dan Pemasangan Tulangan	III-22
Gambar 3.15	Proses pengecoran Primary Pile dan hasil Pekerjaan Secant Pile	III-24
Gambar 3.16	Proses Pekerjaan Secantpile secara continue	III-25
Gambar 4.1	Profil Eksisting Jalan	IV-3
Gambar 4.2	Layout Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai	IV-4
Gambar 4.3	Potongan melintang Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai	IV-5
Gambar 4.4	Potongan Capping Beam	IV-8
Gambar 4.5	Potongan Bongkaran Beton	IV-9
Gambar 4.6	Potongan Guide Wall	IV-9
Gambar 4.7	Ukuran Konstruksi Diaphragma	IV-10

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Kebutuhan Alat dan Material	2
Lampiran 2	Tabel Lump Sum Pekerjaan Umum	3
Lampiran 3	Daftar Harga Dasar Satuan Upah	6
Lampiran 4	Analisa Harga Satuan	9
Lampiran 5	Bill Of Quantity Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Metode : SecantPile	17
Lampiran 6	Bill Of Quantity Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Metode : Diaphragma Wall	18
Lampiran 7	Perhitungan Struktur Panel	19
Lampiran 8	Time Schedule Metode : SecantPile	24
Lampiran 9	Tahapan Pelepasan CWS	25
Lampiran 10	Lembar Perhitungan Volume Capping Beam	26
Lampiran 11	Lembar Perhitungan Volume Primary dan Secondary pile	27
Lampiran 12	Rekapitulasi Volume Primary dan Secondary Pile	28
Lampiran 13	Lembar Perhitungan Volume Diaphragma Wall	29
Lampiran 14	Rekapitulasi Volume Diaphragma Wall	30
Lampiran 15	Lembar Perhitungan Volume Capping Beam dan Lantai Kerja	31
Lampiran 16	Lembar Perhitungan Volume Bongkaran Beton	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Banyak kemajuan yang harus dikejar, ketinggalan ini diusahakan harus dikejar dengan pembangunan di segala bidang. Pembangunan tersebut berupa pembangunan fisik proyek, pembangunan gedung, jembatan, jalan tol, industri besar atau kecil, dan lain-lain. Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 2009).

Kota Makassar merupakan salah satu kota terpenting di Kawasan Timur Indonesia, pemerintah sangat mendukung pembangunan pertumbuhan Kota Makassar salah satunya dengan meningkatkan infrastruktur jalan dan jembatan. Pada tanggal 12 agustus 2014 telah dilakukan pencahangan Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar, Proyek Pembangunan Underpass direncanakan akan dimulai pada tahun 2015 dan selesai pada tahun 2017 dengan sumber dana dari APBN.

Underpass Simpang Mandai dibangun karena saat ini kondisi persimpangan sering mengalami kemacetan panjang, pada jam sibuk volume kendaraan bisa mencapai 10.000 Kend/Jam. Underpass Simpang Mandai Makassar diharapkan dapat mengatasi kemacetan di persimpangan yang juga merupakan akses menuju dan dari bandara, selain itu Underpass Simpang Mandai juga akan melayani lalu lintas dari Kota Makassar menuju Maros atau juga sebaliknya. Pelaksanaan pekerjaan pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar ini, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional IV Makassar (BBPJJN IV) Satuan Kerja Metropolitan Makassar, melakukan kontrak kerja sama operasi atau dikenal dengan sebutan JO (*Joint Operation*) dengan dua kontraktor besar yaitu diantaranya adalah PT. Adhi Karya dan PT. Wijaya Karya atau disebut PT. Adhi Karya (JO) – PT. Wijaya Karya.

Terencananya kegiatan proyek serta pengendalian proyek menentukan keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan. Metode pemilihan pelaksanaan pekerjaan yang tepat dalam pemilihan struktur dinding penahan tanah pada proyek underpass yang efisien sangat menentukan keberhasilan proyek dari segi waktu pelaksanaan, biaya dan target mutu. Banyaknya metode pelaksanaan konstruksi underpass terutama pada struktur dinding penahan tanah (DPT) dapat menjadi alternatif pemilihan dalam menentukan metode pelaksanaan yang tepat, akan tetapi perlu

dilakukan analisis pemilihan metode yang sesuai dan efisien dengan kaidah sistem manajemen konstruksi untuk mencapai target waktu, biaya, dan mutu.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian “Tinjauan Biaya Pelaksanaan Dinding Diaphragma Pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar” merupakan hal yang sangat penting, karena dalam dengan rumusan masalah yang jelas, akan dapat dijadikan penuntun bagi langkah-langkah selanjutnya. (Jack R. Fraenkel dan Norman E. Wallen, 1990:23), adapun rumusan masalah pada penelitan ini dijelaskan sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pelaksanaan struktur dinding penahan tanah Diaphragma Wall pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar?
2. Berapakah biaya pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah diaphragma wall pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar?

### **1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menentukan metode pelaksanaan struktur dinding penahan tanah (diaphragm wall) pada proyek pembangunan underpass simpang mandai makassar
2. Menentukan besar biaya pelaksanaan dinding diaphragm pada proyek pembangunan underpass simpang mandai Makassar

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan metode yang tepat terhadap biaya pada pelaksanaan pembangunan proyek lainnya terutama pada proyek underpass atau proyek yang menggunakan struktur dinding penahan tanah.
2. Gambaran tentang efisiensi biaya untuk penerapan pencapaian yang maksimal dalam pelaksanaan proyek

### **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini akan mengkaji secara umum tentang :

1. Analisis metode pelaksanaan pekerjaan dinding penahan tanah Diaphragma Wall yang umum dilaksanakan pada proyek pembangunan underpass.

2. Analisis perhitungan dilakukan dengan menganalisa perbandingan biaya pada metode pelaksanaan terhadap konstruksi dinding diaphragma wall

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan adalah membagi kerangka penulisan dalam bab dan sub bab, dengan maksud agar masalah yang hendak dikemukakan menjadi lebih jelas dan mudah dimengerti. Secara garis besar penulisan ini terdiri dari enam bab dimulai dari Pendahuluan, Tinjauan Pustaka, Metodologi Penelitian, Analisis Data, Hasil dan Pembahasan, ditutu dengan bab Kesimpulan dan Saran. Untuk memberikan gambaran umum mengenai penulisan ini, maka berikut uraian singkat setiap bab yang akan dibahas, sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri dari beberapa sub bab yaitu, latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB II STUDI PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan mengenai landasan teori dan faktor pemilihan metode pelaksanaan yang digunakan dalam penulisan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang sistematika penulisan atau kerangka pikir (*flowchart*) penelitian dimulai dari tahapan persiapan penelitian, metode pengumpulan data, analisis dan pengolahan data, hingga proses pemilihan metode pelaksanaan yang sesuai dengan sistem manajemen konstruksi.

## BAB IV ANALISIS DATA

Bab yang membahas metode pelaksanaan dinding penahan tanah yang umum digunakan pada proyek pembangunan underpass.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan singkat mengenai pemilihan metode pelaksanaan yang tepat dan efisien dan saran – saran yang dapat dipertimbangkan untuk kebutuhan penyedia jasa dalam memilih metode konstruksi yang tepat.

## BAB II

### STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Proyek

Proyek adalah kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan mengalokasikan sumberdaya-sumberdaya tertentu untuk melaksanakan tugas yang tujuannya telah digariskan dengan jelas. Suatu kegiatan dikatakan proyek jika memiliki ciri-ciri seperti :

1. Memiliki tujuan khusus
2. Bersifat sementara, artinya mempunyai jadwal kerja dalam jangka waktu yang terbatas, yang diakhiri dengan selesainya proyek.
3. Diselesaikan dengan jumlah total tertentu.
4. Dilaksanakan dengan spesifikasi mutu tertentu,
5. Bersifat tidak rutin atau tidak berulang.

Dalam pelaksanaan untuk mencapai tujuan proyek yang sudah ditentukan terdapat tiga parameter proyek, yaitu :

#### 1. Anggaran (*budget*)

Anggaran yang dialokasikan pada suatu proyek tertentu mempunyai dana yang terbatas, artinya bahwa proyek harus diselesaikan dengan total biaya yang tidak melebihi anggaran yang dialokasikan.

## 2. Jadwal (schedule)

Proyek harus dikerjakan dalam kurun waktu tertentu sesuai jadwal, dan harus diselesaikan dan diserahkan kepada pengguna jasa (*owner*) maksimal pada akhir jadwal proyek. Artinya tidak melebihi batas waktu yang telah ditentukan, kecuali terdapat perjanjian khusus.

## 3. Mutu (Quality)

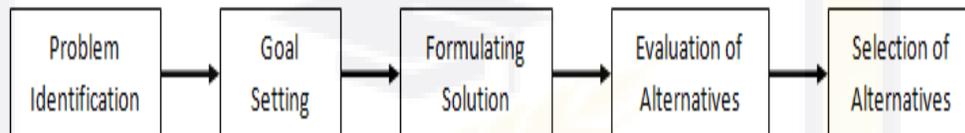
Produk, jasa, hasil proyek harus memenuhi kualifikasi atau spesifikasi yang telah ditentukan.

Ketiga parameter tersebut saling berkaitan satu dengan lainnya, jika mutu ingin ditingkatkan maka biaya akan turut meningkat dan kemudian akan mempengaruhi jadwal kerja. Dari segi teknis keberhasilan suatu proyek dipengaruhi sejauh mana ketiga parameter yang saling mempengaruhi tersebut dapat dipenuhi. Oleh karena itu diperlukan perencanaan (*planning*), pengorganisasian pekerjaan dan tanggung jawab (*organizing*), pelaksanaan dilapangan (*Actuating*), dan pengendalian (*controlling*).

### 2.2 Perencanaan (Planning)

Perencanaan atau *planning* adalah kegiatan pertama dalam manajemen yang berupa konsep simpel yang fundamental dengan karakteristik dasar berupa prosedur dan proses yang dihasilkan dari

pemikiran mendalam dan intuisi yang harus ada dalam setiap organisasi dan bagian organisasi. Adapun proses suatu perencanaan dapat dilihat dari gambar diagram berikut ini :



**Gambar 2.1** Diagram Proses Perencanaan

Tahap konsep terdiri atas beberapa kegiatan, yaitu :

1. Menyusun dan merumuskan gagasan yang berasal dari *identity need* atau persamaan kebutuhan.
2. Melakukan studi kelayakan.
3. Melakukan studi AMDAL.
4. Pengembangan alternatif.
5. Indikasi lingkup proyek.
6. Identifikasi biaya dan jadwal.

Setelah konsep yang dibuat jadi maka dilanjutkan dengan tahap pemantapan perencanaan. Tahap ini terdiri dari beberapa kegiatan,yaitu :

1. Pengkajian lebih mendalam terhadap hasil tahap konseptual agar dapat diambil keputusan yang pasti mengenai investasi dan pelaksanaan proyek.

2. Menyiapkan data-data teknik (Design Phase), seperti :

- Perhitungan-perhitungan disain
- Gambar-gambar detail
- Outline spesifikasi proyek
- Estimasi biaya dan jadwal
- Daftar volume
- Syarat-syarat umum administrasi dan peraturan umum untuk keperluan pembuatan dokumen tender atau kontrak.

### 2.3 Pengorganisasian (Organizing)

Pengorganisasian (*organizing*) adalah kegiatan mengorganisir sumberdaya yang ada secara sistematis agar sesuai dengan rencana yang dibuat dan sesuai dengan tugas atau pekerjaannya. Jenis pengorganisasian dalam pelaksanaan proyek konstruksi dibagi menjadi dua jenis, yaitu *Work Breakdown Structure* (OBS) dan *Organization Breakdown Structure* (OBS).

*Work Breakdown Structure* (OBS) adalah pemecahan suatu kegiatan proyek menjadi bagian-bagian yang lebih spesifik sehingga kontraktor mendapatkan gambaran yang jelas tentang kegiatan atau tugas yang akan dikerjakan dilapangan. Sedangkan *Organization Breakdown Structure* (OBS) adalah bagan yang menunjukkan pihak atau individu yang bertanggung jawab atas suatu pekerjaan. Selain itu *Organization Breakdown Structure*

(OBS) mempunyai tujuan untuk efisiensi dan efektifitas pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

#### **2.4 Pelaksanaan (Actuating)**

Pelaksanaan (*Actuating*) adalah kegiatan operasional rutin dari sebuah proyek yang berpedoman pada perencanaan, dan dilaksanakan oleh individu sesuai keahliannya dalam sebuah struktur organisasi proyek yang jelas dan terukur. Dalam tahap pelaksanaan ini banyak sekali masah-masalah yang mungkin timbul dilapangan mulai dari pekerjaan itu sendiri hingga faktor-faktor lainnya seperti keadaan alam, pengadaan material yang terlambat dan lain sebagainya. Masalah-masalah yang timbul dalam pelaksanaan dapat diminimalkan dengan perencanaan dan pengorganisasian yang baik.

Keberhasilan suatu pelaksanaan proyek dapat diukur dari seberapa besar target atau progres yang telah dicapai selama ini. Target atau progres sedapat mungkin sesuai dengan apa yang direncanakan pada saat itu. Tetapi ada kalanya pelaksanaan dilapangan tidak sesuai dengan target yang telah dibuat, hal ini bisa terlihat saat kita membandingkan keadaan aktual dilapangan dengan jadwal yang sudah diplotkan kedalam kurva S. Jika terdapat deviasi pada kurva S maka pelaksanaan proyek dapat dikatakan mengalami masalah keterlambatan dan memerlukan

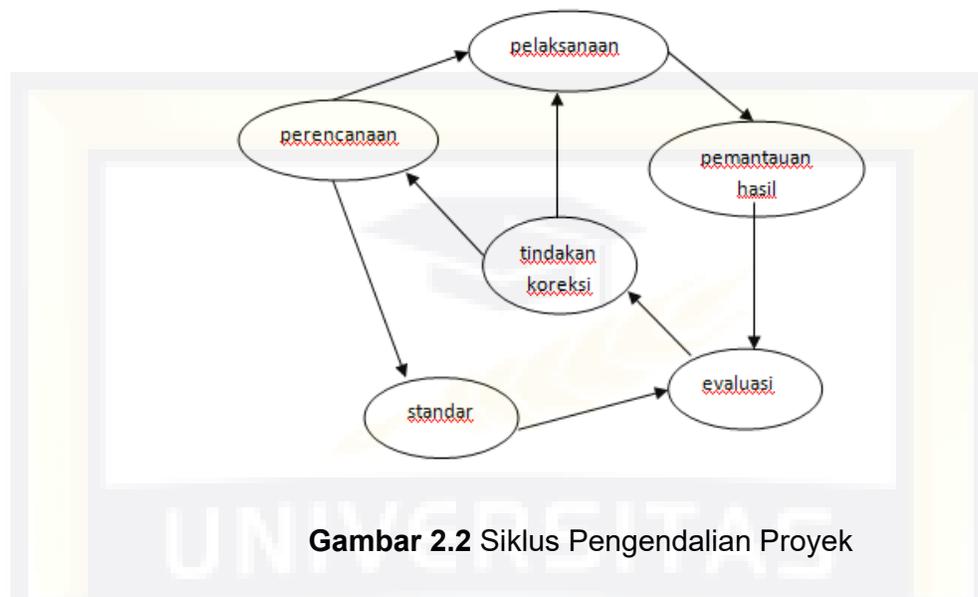
penanganan dengan cepat agar pelaksanaan bisa kembali sesuai target yang telah ditentukan. Oleh karena itu agar deviasi atau penyimpangan dapat diketahui sejak dini, maka diperlukan kontrol sepanjang daur hidup proyek.

## **2.5 Pengendalian Proyek (Controlling)**

Pengendalian atau kontrol diperlukan untuk menjaga kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan. Tiap pekerjaan yang dilaksanakan harus benar-benar diinspeksi dan dicek oleh pengawas lapangan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi atau belum. Dengan perencanaan dan pengendalian yang baik terhadap kegiatan-kegiatan yang ada, maka terjadinya keterlambatan jadwal yang mengakibatkan pembengkakan biaya proyek dapat dihindari. Untuk mengantisipasi terjadinya perubahan kondisi lapangan yang tidak pasti dan mengatasi kendala terbatasnya waktu manajemen dalam mengendalikan seluruh unsur pekerjaan proyek, maka diperlukan konsep yang efektif yang dikenal dengan nama *Management By Exception* (MBE). Teknik yang diterapkan MBE adalah dengan membandingkan antara perencanaan terhadap parameter proyek yang dapat diukur setiap saat. Laporan hanya dilakukan pada saat-saat tertentu jika terdapat kejanggalan atau performa tidak memenuhi standar.

Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik didalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran. Pemantauan harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui prestasi dan kemajuan proyek yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai bahan evaluasi performa yang telah dicapai pada saat pelaporan. Evaluasi dilakukan dengan cara membandingkan kemajuan yang dicapai berdasarkan hasil pemantauan dengan standar yang telah dibuat berdasarkan perencanaan. Penandaan prestasi pekerjaan dalam alat pengendalian (*schedule*) dilanjutkan dengan penyesuaian urutan kegiatan disebut dengan *updating*. Pada umumnya kegiatan *updating* didukung oleh piranti komputer dikarenakan proses ini cukup rumit dan membutuhkan ketelitian serta kesinambungan secara berkala.

Hasil evaluasi bertujuan untuk mengambil tindakan yang akurat terhadap permasalahan-permasalahan yang timbul selama masa pelaksanaan. Berdasarkan hasil evaluasi ini pula tindak lanjut pelaksanaan pekerjaan dapat diputuskan dengan tepat dengan melakukan koreksi terhadap performa yang telah dicapai.



**Gambar 2.2** Siklus Pengendalian Proyek

Jika prestasi yang dicapai tidak sesuai dengan rencana kegiatan, perubahan konstruksi dilapangan, terjadi permasalahan di lapangan yang belum diselesaikan dapat menyebabkan terjadinya penundaan pekerjaan (*delay*). Untuk mengembalikan prestasi sesuai rencana *schedule* semula, maka dibutuhkan revisi *schedule* untuk memperbaiki deviasi yang terjadi. Kegiatan revisi *schedule* ini adalah bagian dari kegiatan *rescheduling*. Pada umumnya *rescheduling* dilakukan bersama-sama dengan proses *updating*. Proses *updating* diperlukan terutama untuk mengetahui yang terjadi akibat pelaksanaan di lapangan terhadap rencana *schedule* penyelesaian pekerjaan atau proyek. Perubahan ini kemungkinan dapat menimbulkan perubahan rangkaian kegiatan atau terjadi perbedaan prestasi (progres) pekerjaan dari durasi rencana.

*Reschedulling* dilakukan dengan cara menyesuaikan *original schedule* dengan kondisi saat ini dan bertujuan untuk mengantisipasi terjadinya pergeseran konsep pelaksanaan kontraktor, memperbaiki prestasi yang kurang baik dan untuk melakukan analisis *delay*.

Dapat disimpulkan bahwa untuk mengaplikasikan *schedule* yang telah disusun guna menyelesaikan proyek, maka sudah seharusnya selalu dilakukan *updating* serta *reschedulling* (jika diperlukan) untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak dapat diprediksi. sedangkan kegunaan pemahaman *schedule* yang telah disesuaikan bagi kontraktor adalah untuk menentukan tindakan selanjutnya agar prestasinya semakin baik, hal ini dapat dicermati dalam lintasan kritis yang terjadi dalam *schedule* yang telah disesuaikan (*update*). Dan jika salah satu kegiatan mengalami keterlambatan maka waktu yang hilang tersebut tidak dapat dikembalikan, pemulihan durasi konstruksi dapat dilakukan dengan meningkatkan kegiatan tertentu, sehingga deviasi yang terjadi dapat diatasi. Tindakan yang dilakukan untuk pemulihan hal ini biasanya dilakukan dengan cara mereduksi durasi kegiatan berikutnya jika memungkinkan.

Frekwensi *updating* dapat dilakukan pada setiap hari, setiap minggu, setiap bulan, hal ini tergantung dari ukuran proyek, kompleksitas proyek dan karakteristik proyek. Pada umumnya

*updating* dilakukan setiap bulan sekali, namun hal ini bukan merupakan aturan mutlak, tetapi lebih ditentukan oleh pengelola proyek. *Updating* dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu :

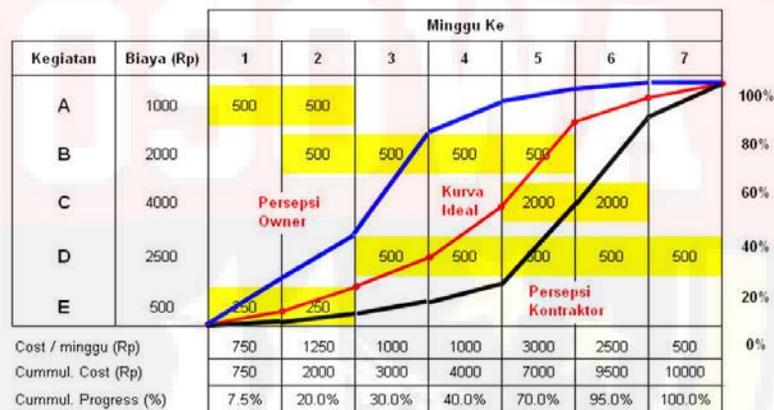
1. Identifikasi tanggal mulai dan selesainya suatu kegiatan (aktual).
2. Mengestimasi prestasi pekerjaan (persentasi) yang telah dicapai, hal ini dapat digunakan sebagai dasar penentuan prestasi yang telah dicapai untuk penagihan pembayaran (*progress payment*).
3. Identifikasi durasi kegiatan untuk memberikan informasi sisa waktu dari tiap kegiatan. Dapat juga sebagai dasar untuk mengevaluasi durasi yang tersisa berdasarkan pengalaman di lapangan. setelah dilakukan *updating* sebaiknya *network* diagram ditampilkan sebagai dasar kontraktor untuk penyelesaian pekerjaan untuk memperbaiki metode pelaksanaan serta untuk menunjukkan pengaruh perubahan yang terjadi dalam proyek.

## 2.6 Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafik kumulatif biaya, pemakaian jam tenaga kerja, material, yang terplotkan dalam waktu pelaksanaan proyek. Nama bentuk dari kurva S (flat pada awal dan akhir, tajam dipertengahan) menghasilkan *start* awal pelaksanaan

proyek dengan naik perlahan-lahan, dipercepat, dan kemudian sampai dengan selesai proyek.

Sebuah proyek dapat diimplementasikan dengan mengikuti tanggal dimulai paling awal (*early start*) atau tanggal dimulai paling lambat (*late start*), dimana dua kurva S menunjukkan *schedule* paling awal dan *schedule* paling lambat. Secara realitis penyajian aktual *schedule* adalah diantara kedua grafik tersebut diatas, sepanjang tidak mengalami penurunan pada batasan *schedule* paling lambat, maka proyek dinyatakan tepat waktu.



**Gambar 2.3** Contoh Kurva S

## 2.7 Underpass

*Underpass* adalah tembusan di bawah sesuatu terutama bagian dari jalan atau jalan rel atau jalan bagi pejalan kaki. ([www.thefreedictionary.com/underpass](http://www.thefreedictionary.com/underpass);2014). Beberapa ahli teknik sipil mendefinisikan *underpass* sebagai sebuah tembusan di bawah permukaan yang memiliki panjang kurang dari 0.1 mil atau

1.60934 km. Biasanya digunakan untuk lalu lintas kendaraan (umumnya mobil atau kereta api ) maupun para pejalan kaki atau pengendara sepeda. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Terowongan>; 2014).

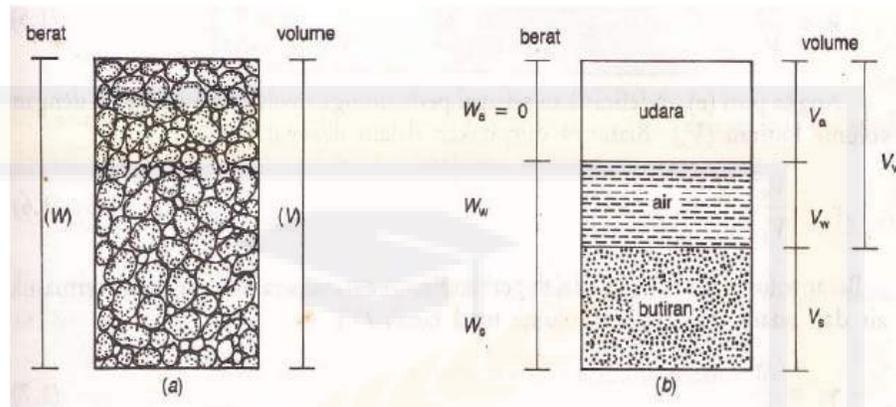


**Gambar 2.4.** *Underpass, Venesia*  
(<http://www.abacoingegneria.com>, 2014)

Fungsi penggunaan *underpass* diantaranya adalah memperbaiki geometrik jalan sehingga dapat memberikan rasa nyaman dan aman bagi pengendara bermotor atau pejalan kaki.

## 2.8 Tanah

Tanah adalah dasar dari suatu konstruksi yang berfungsi sebagai pendukung pondasi pada suatu bangunan. Tanah terdiri dari 3 bagian yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori. Bagian-bagian tanah dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut.



**Gambar 2.5** Diagram Fase Tanah

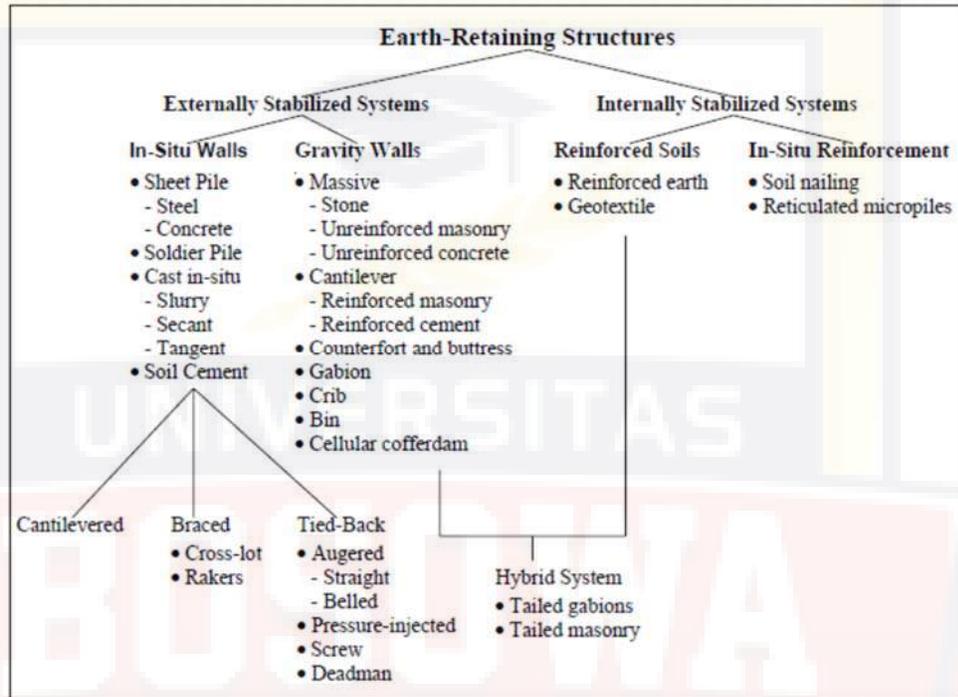
Beban utama yang dipikul oleh dinding penahan tanah adalah berat tanah itu sendiri. Besarnya kadar air dan udara berpengaruh besar pada stabilitas tanah.

## 2.9 Dinding penahan tanah

Dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda (Coduto, 2001). Dinding penahan tanah berfungsi untuk menyokong tanah serta mencegahnya dari bahaya kelongsoran. Baik akibat beban air hujan, berat tanah itu sendiri maupun akibat beban yang bekerja di atasnya.

Jenis-jenis dinding penahan tanah bermacam-macam, disesuaikan dengan keadaan lapangan dan aplikasi yang akan digunakan. O'Rourke and Jones (1990) mengklasifikasikan dinding penahan tanah menjadi 2 kategori yaitu sistem stabilitas eksternal

dan sistem stabilisasi internal serta sistem *hybrid* yang merupakan kombinasi dari kedua metode tersebut.

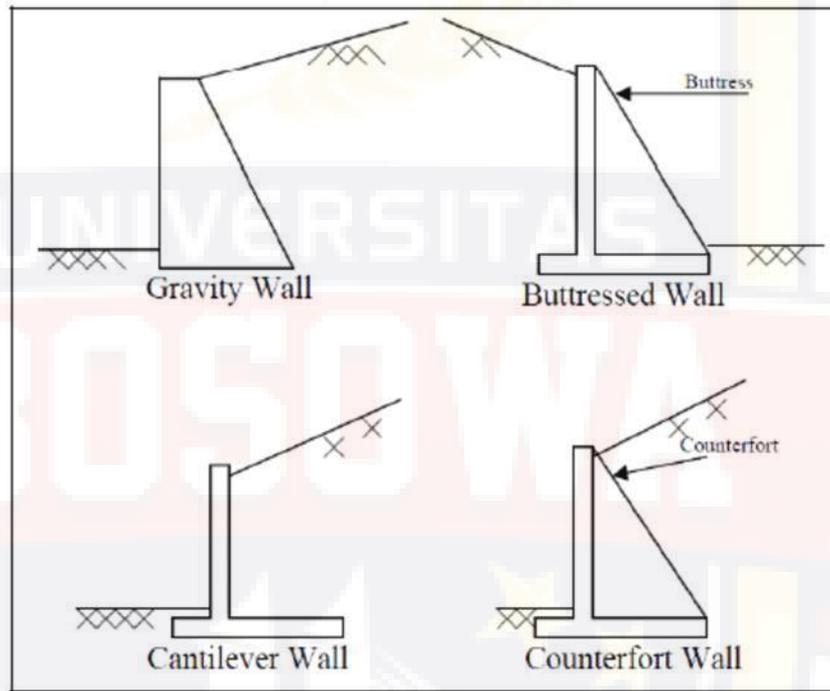


**Gambar 2.6** Klasifikasi Dinding Penahan Tanah

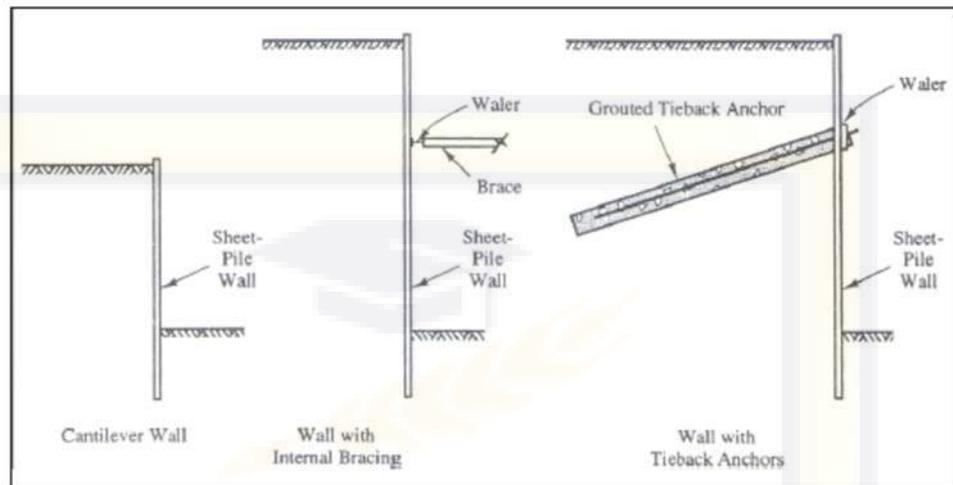
### 2.9.1 Sistem Stabilisasi Eksternal

Sistem stabilisasi eksternal adalah system dinding penahan tanah yang menahan beban lateral dengan menggunakan beban dan kekakuan struktur. System ini merupakan satu-satunya system yang ada sebelum tahun 1960 dan sampai saat ini masih umum digunakan.

Sistem ini terbagi menjadi dua kategori yaitu dinding gravitasi yang memanfaatkan massa yang besar sebagai dinding penahan tanah (lihat Gambar 2.5) dan *In Situ Wall* yang mengandalkan kekuatan lentur sebagai dinding penahan tanah misalnya *sheet pile wall* (lihat gambar 2.6)



**Gambar 2.7** Gravity Walls (Sumber: *Earth Retaining Structures Manual*, 2010)

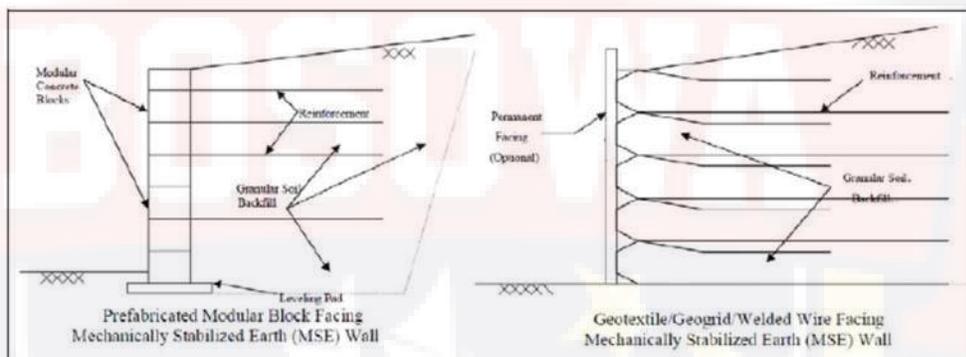


**Gambar 2.8** Sheet Pile Wall (Sumber: Coduto, 2001)

Stabilitas eksternal pada dinding penahan tanah bergantung pada kemampuan massa tanah bertulang untuk menahan beban-beban dari luar (eksternal), termasuk tekanan tanah lateral dari tanah bertulang di belakang dinding penahan dan beban yang akan bekerja di atas dinding penahan (jika ada), tanpa adanya satupun kegagalan dari mekanisme-mekanisme berikut: kegagalan akibat pergeseran sepanjang dasar dinding atau sepanjang semua *plane* di atas dasar dinding, penggulingan di sekitar kaki dinding penahan, kegagalan akibat daya dukung tanah pondasi, serta kegagalan stabilitas lereng global.

## 2.9.2 Sistem Stabilisasi Internal

Sistem stabilisasi internal merupakan sistem yang memperkuat tanah untuk mencapai kestabilan yang dibutuhkan. Sistem ini berkembang semenjak tahun 1960 dan dibagi menjadi dua kategori yaitu *Reinforced Soils* dan *In Situ Reinforcement*. *Reinforced Soil* merupakan sistem yang menambah material perkuatan saat tanah dirug, sedangkan *In Situ Reinforcement* merupakan sistem yang menambah material perkuatan dengan cara dimasukkan ke dalam tanah.



**Gambar 2.9** Mechanically Stabilized Earth (Sumber: *Earth Retaining Structures Manual*, 2010)

## 2.10 Macam-macam Dinding Penahan Tanah

### a. *Secant Pile*

*Secant pile* merupakan salah satu dinding penahan tanah yang sering digunakan dalam suatu pekerjaan konstruksi. Dalam lapangan *secant pile* digunakan sebagai penahan untuk menghindari agar tanah dan material lainnya

tidak longsor atau runtuh, juga untuk menjaga kestabilan dan daya dukung tanah. Untuk memperkuat kestabilan tanah dan memperkokoh *secantpile* maka dapat pula dilakukan pengangkuran. Adapun angkur adalah suatu alat yang mengikat pondasi *secant pile* dengan tanah, dipasang dengan sudut kemiringan tertentu kedalam tanah.

*Secantpile* atau bisa juga dikenal dengan istilah *retaining wall pile* beruntun adalah jenis dinding penahan tanah yang jarak antar-pilennya berdempetan dan saling bersinggungan satu sama lain yang berguna untuk mendapatkan daya tanah terhadap tekanan tanah (gaya lateral).

Dua jenis pile yang digunakan memiliki karakteristik yang berbeda. Hal ini disebabkan karena kedua fungsi pile tidak sama. Salah satu pile menggunakan tulangan (*secondary pile*) dan yang satunya tanpa menggunakan tulangan (*primary pile*). *Secondary pile* berfungsi sebagai elemen struktural yang memberikan kapasitas lentur sistem *secant pile*. Sedangkan *primary pile* berfungsi sebagai penutup galian dan pengendap.

Dalam lapangan *secant pile* digunakan untuk menghindari agar tanah dan material lainnya tidak longsor atau runtuh, juga untuk menjaga kestabilan dan daya dukung tanah. Untuk memperkuat kestabilan tanah dan memperkokoh *secant pile* maka dapat dilakukan pengangkuran. Adapun angkur adalah

suatu alat yang mengikat pondasi *secant pile* dengan tanah, dipasang dengan sudut kemiringan tertentu kedalam tanah.

**b. Contiguous Pile**

Contiguous piles merupakan struktur penahan galian tanah dalam yang tersusun dari barisan pile bentonite–cement sebagai primary pile yang dicor terlebih dulu, dan pile beton bertulang sebagai secondary pile yang dicor dengan meng–overlap primary pile, yang saling menyambung hingga membentuk dinding.

**c. Steel Sheet Pile (Dinding Turap Baja)**

Dinding penahan tanah/ turap baja adalah suatu konstruksi yang bertujuan untuk menahan tanah agar tidak longsor dan meninggikan lereng alam suatu tanah dan struktur konstruksi ini terbuat dari baja. Di lapangan, turap baja dapat ditemui pada saluran air di samping jalan, pada pinggir sungai, tebing sungai, pada bendungan dan saluran irigasi dan dinding penahan bukit agar tidak longsor.

**d. Soldier Pile**

Soldier piles merupakan struktur penahan galian tanah dalam untuk lokasi yang kedalaman muka air tanahnya lebih rendah dari dasar galian. Struktur penahan tanah ini tersusun dari barisan pile beton bertulang yang disusun membentuk dinding

dengan terdapat gap antara pile yang satu dan yang lainnya. Sementara tanah yang berada di belakang gap antar pile tersebut tidak mengalami keruntuhan akibat efek arching.

**e. *Diaphragma Wall***

Diafragma Wall sebenarnya adalah merupakan konstruksi dinding penahan tanah (retaining wall), yang membedakan dengan konvensional retaining wall adalah pada metoda pelaksanaan dan kelebihan lain yang tidak diperoleh pada dinding penahan tanah sistem konvensional. Namun demikian terdapat beberapa kelemahan yang harus diperhatikan sehingga tidak mengakibatkan terjadinya gangguan pada saat bangunan dioperasikan.

Pada umumnya dinding penahan tanah dipakai untuk konstruksi bangunan dibawah permukaan tanah (basement) atau penahan tebing supaya tidak longsor atas beban diatasnya dan mungkin bangunan khusus misalnya bunker.

**2.11 Sistem Manajemen**

Perkembangan paling menonjol dalam bidang konstruksi adalah gejala semakin membengkaknya ukuran dari kebanyakan proyek serta organisasinya, semakin rumitnya proyek semacam itu, semakin kompleksnya ketergantungan antara yang satu dengan yang lainnya, semakin bervariasinya hubungan antar lembaga, dan semakin bertambahnya peraturan pemerintah.

Konsekuensi proyek terhadap lingkungan dan kebijaksanaan bidang ketenagakerjaan pada semua tingkatan semakin hari semakin bertambah. Bidang ekonomi, sosial, kebudayaan, manajemen juga harus dapat menghadapi kenyataan yang timbul akibat adanya inflasi maupun kekurangan energi. Kecendrungan semacam ini akan meningkat terus di masa mendatang.

Manajemen konstruksi merupakan suatu metode yang efektif untuk memenuhi kebutuhan konstruksi pemilik. Manajemen konstruksi menangani tahapan perencanaan desain dan konstruksi proyek kedalam tugas yang terpadukan. Tugas ini selanjutnya dibebankan pada suatu tim manajemen proyek yang terdiri dari pemilik, manajer konstruksi, dan perancang.

Pengertian manajemen proyek adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen (perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian) secara sistematis pada suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar tercapai tujuan proyek secara optimal. Manajemen proyek (proyek konstruksi) berkembang secara lebih luas dengan ditetapkan pada seluruh tahapan proyek, mulai dari tahapan perencanaan, perancangan, pengadaan dan pelaksanaan.

Bila dilihat dari beberapa aspek/ pendekatan, manajemen konstruksi dapat dibedakan menjadi :

1. Manajemen konstruksi (MK) sebagai suatu sistim atau metoda/ pendekatan, disini pengelolaan proyek didasarkan pada sistim metode MK, mulai dari perencanaan, perancangan maupun pengadaan dan pelaksanaannya, sehingga diperoleh perancangan dan pelaksanaan proyek yang optimal.
2. Manajemen konstruksi sebagai proses atau prosedur, untuk proyek-proyek yang menerapkan manajemen konstruksi, maka proses dan prosedur untuk mendapatkan, melaksanakan dan mengelola proyek harus sesuai dengan sistem tersebut, yaitu mulai dari pengelolaan, perancangan, pengadaan dan pelaksanaan ditentukan oleh tim MK bersama pemilik.
3. Manajemen konstruksi sebagai profesi, yaitu manajemen konstruksi sebagai badan usaha yang bergerak dibidang MK.

#### **2.11.1 Rekayasa Nilai (*Value Engineering*)**

Istilah *Value Engineering* dan *Value Management* sering diartikan sama, tetapi sebenarnya ada sedikit perbedaan. Untuk memahami pengertian kedua istilah tersebut, kita mesti melihat kembali sejarah awal mulanya metode ini.

Proses *Value Engineering*, yang biasa disebut dengan *Job Plan*, meliputi sejumlah aktivitas yang dilakukan yaitu mempelajari latar belakang proyek, mendefinisikan dan mengklasifikasikan fungsi-fungsi produk, mengidentifikasi pendekatan-pendekatan kreatif untuk menghasilkan fungsi-fungsi tersebut, dan kemudian

mengevaluasi dan mengembangkan. Pemusatan perhatian kepada fungsi-fungsi yang harus dilaksanakan suatu proyek, produk, atau proses inilah yang membedakan *Value Engineering* terhadap pendekatan-pendekatan perbaikan kualitas atau penghematan biaya lainnya.

### **2.11.2 Prinsip-prinsip Rekayasa Nilai**

Tujuan utama penciptaan suatu produk pada dasarnya adalah untuk kepuasan kepada pemakainya. Dengan demikian para perancang produk seharusnya tidak menciptakan fungsi-fungsi produk yang berlebihan yang pada akhirnya tidak berguna. Jadi gagasan harus dikembangkan dengan bertitik tolak dari:

- a. Penghematan biaya
- b. Penghematan waktu
- c. Penghematan bahan

Dalam merancang suatu produk, permasalahan yang dihadapi dapat dirumuskan sebagai berikut: Apabila fungsi pokok telah terpenuhi sampai sejauh mana perancang dapat menambahkan fungsi-fungsi sekunder. Hal ini perlu diperhatikan mengingat penambahan fungsi pada produk akan selalu berarti penambahan biaya. Kiranya dapat dipahami bahwa dalam hal tertentu mungkin saja konsumen lebih menyukai produk yang sederhana, lebih rasional, dan murah.

### 2.11.3 Pengertian Fungsi Produk

Pada saat produk akan dirancang, persoalan mendasar yang timbul adalah aspek kegunaan produk. Pendekatan yang paling baik untuk menjawab pertanyaan ini adalah dengan mencoba mendefinisikan semua fungsi yang harus ada pada sebuah produk, analisa selanjutnya harus didasarkan atas fungsi-fungsi tersebut.

### 2.11.4 Pengertian Nilai (*Value*)

- a. Nilai bagi pemakai produk (konsumen), dan
- b. Nilai bagi pembuat produk.

Nilai bagi pemakai merupakan ukuran sampai sejauh mana pemakai bersedia mengorbankan sesuatu untuk memiliki suatu produk. Sedangkan nilai bagi produsen menunjukkan pengorbanan yang diberikan produsen dalam menawarkan suatu produk kepada konsumennya.

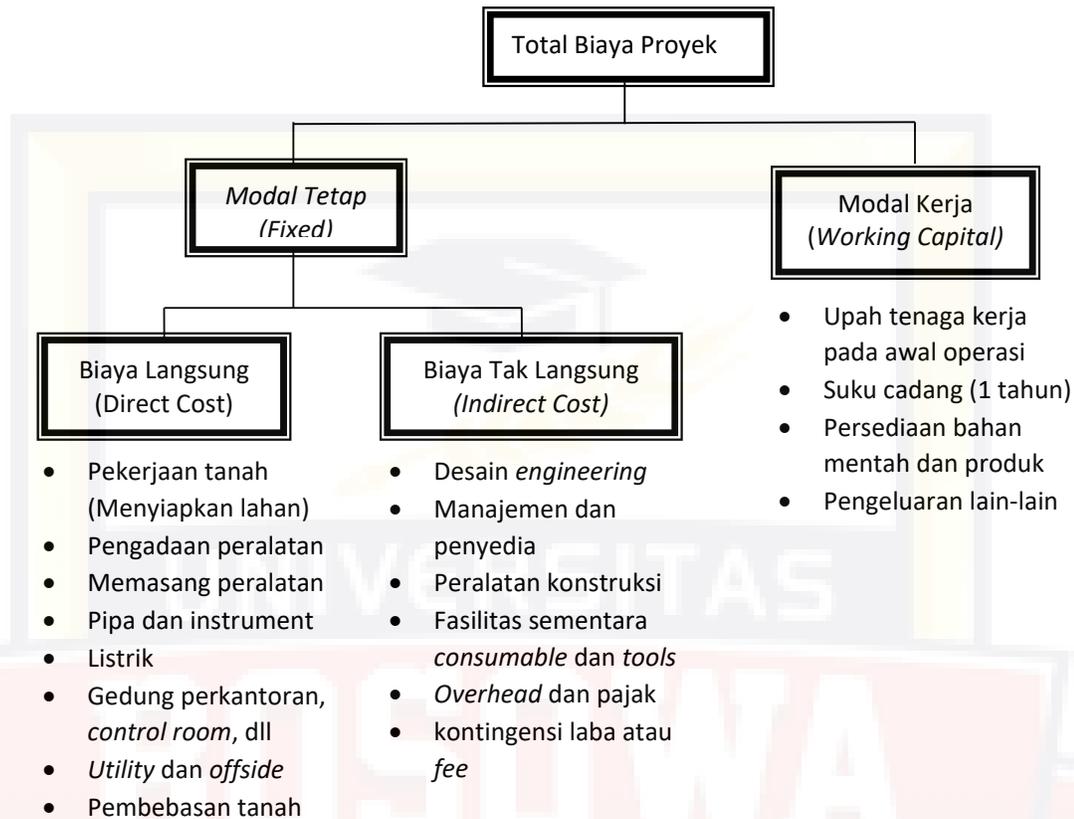
Pengertian nilai masih dapat dibedakan lagi atas :

- a. Nilai kegunaan ; menyatakan tingkat kegunaan dan pelayanan yang dapat diberikan oleh suatu produk.
- b. Nilai *prestise* ; nilai yang mengaitkan suatu produk dengan image yang menyebabkan daya tarik untuk memilikinya.
- c. Nilai tukar ; merupakan ukuran pengorbanan finansial yang diberikan konsumen untuk dapat memiliki suatu produk.

d. Nilai biaya ; merupakan hasil penjumlahan dari biaya-biaya seperti bahan,tenaga, biaya tak langsung dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat produk tersebut.

### **2.12 Pengertian Biaya Proyek**

Pada dasarnya sebelum kita mengetahui pihak-pihak yang berperan dalam pekerjaan tersebut, kita memerlukan sumber daya (*resource*) seperti bahan, tenaga kerja, peralatan dan sebagainya. Masalah keuangan mencakup biaya dan pendapatan proyek serta penerimaan dan pengeluaran kas sangat berpengaruh. Dalam hal ini profitabilitas dan likuiditas terkait erat. Untuk menjamin adanya profitabilitas dan likuiditas proyek, maka perlu dibuat anggaran biaya proyek. Total biaya yang dikeluarkan pada suatu proyek dapat dilihat pada bagan sebagai berikut :



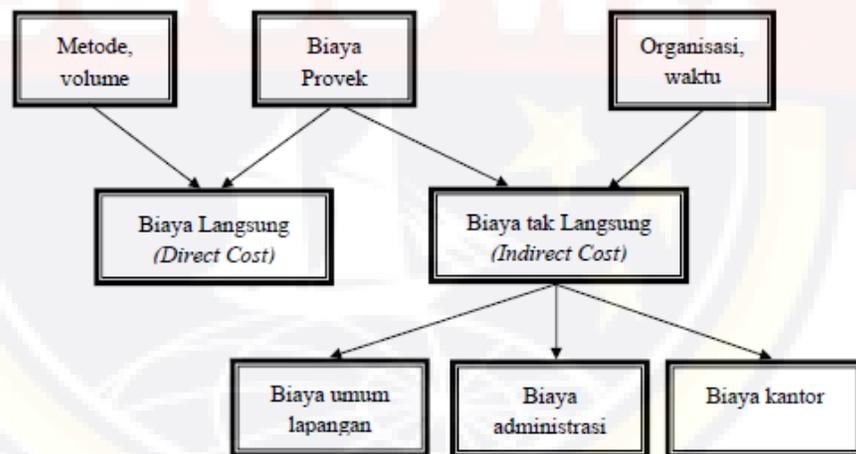
**Gambar 2.10** Klasifikasi Perkiraan Biaya Proyek (Soeharto, 1995)

Secara umum biaya dalam suatu proyek dapat dikelompokkan menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap. Modal tetap merupakan bagian dari biaya proyek yang digunakan untuk menghasilkan produk yang diinginkan, mulai dari studi kelayakan semua konstruksi atau instalasi tersebut berjalan penuh. Sedangkan modal kerja merupakan biaya yang digunakan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi.

Selain pembagian biaya diatas, biaya dapat dilihat dari perspektif lain, yaitu biaya pemilik (*owner cost*) dan biaya kontraktor, serta biaya lingkup kerja pemilik (*owner scope*). Biaya

pemilik (owner cost) meliputi biaya-biaya administrasi pengelolaan proyek oleh pemilik, pembayaran kepada konsultan, royalty, izin-izin, pajak. Biaya kontraktor merupakan biaya yang dibebankan oleh kontraktor kepada pemilik proyek atas jasa yang telah diberikan.

*Owner Scope* adalah biaya untuk menutup pengeluaran bagi pelaksanaan pekerjaan fisik yang secara administratif ditangani langsung oleh pemilik (tidak diberikan kepada kontraktor atau kontraktor utama). Umumnya terdiri fasilitas diluar instansi, misalnya pembangunan perumahan pegawai, telekomunikasi, dan infrastruktur pendukung lainnya.



**Gambar 2.11** Biaya-biaya Proyek ( Soeharto, 1995)

Biaya langsung (*Direct Cost*) yaitu himpunan pengeluaran untuk tenaga kerja, bahan, alat-alat, dan sub kontraktor. Apabila

durasi dipercepat, maka pada umumnya biaya langsung secara total akan semakin tinggi.

Biaya tak langsung (*Indirect Cost*) yaitu himpunan pengeluaran untuk overhead, pengawasan resiko-resiko, dan lain-lain. Biaya ini mempunyai sifat bahwa apabila durasi diperlambat, maka secara total akan semakin tinggi.

## **2.13 Pengertian Rencana Anggaran Biaya**

### **2.13.1 Rencana Anggaran Biaya**

- Rencana : himpunan planning, termasuk detail/ penjelasan dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan, terdiri dari : bestek dan gambar bestek.
- Anggaran : perkiraan/ perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bestek dan gambar bestek.
- Biaya : besar pengeluaran yang berhubungan dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan-persyaratan yang terlampir.

Jadi Rencana Anggaran Biaya adalah :

- Merencanakan bentuk bangunan yang memenuhi syarat.
- Menentukan biaya.
- Menyusun tata cara pelaksanaan teknis dan administrasi.

Tujuan pembuatan rencana anggaran biaya yaitu untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai : bentuk/ konstruksi, besar biaya, dan pelaksanaan serta penyelesaian.

Dalam penyusunan rencana anggaran biaya ada tiga istilah yang harus dibedakan, yaitu : harga satuan bahan, harga satuan upah, dan harga satuan pekerjaan.

- Harga satuan bahan

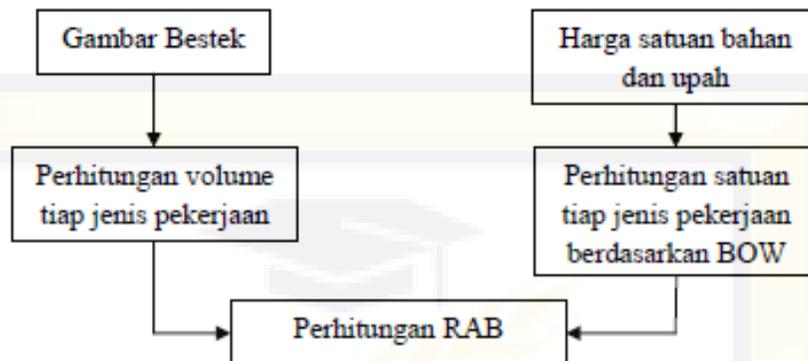
Merupakan kumpulan suatu daftar harga bahan-bahan bahan dipasaran.

- Harga satuan upah

Merupakan upah tenaga kerja yang didapatkan di lapangan, kemudian dikumpulkan dan dicatat dalam suatu daftar harga satuan upah.

- Harga satuan pekerjaan

Sebelum menyusun dan menghitung harga satuan pekerjaan seseorang harus mampu menguasai cara penggunaan BOW. BOW (*Burgerlijke Openbare Werken*) yaitu suatu ketentuan umum yang ditetapkan Dir. BOW tanggal 28 Februari 1921 Nomor 5372 A pada zaman pemerintahan belanda.



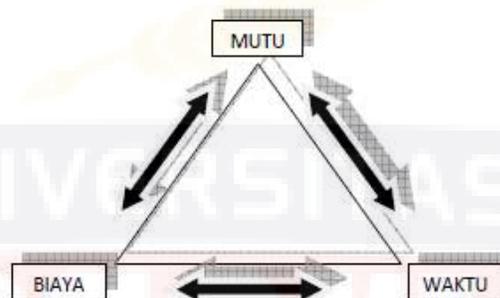
**Gambar 2.12** Urutan Pembuatan RAB (Soeharto, 1995)

Tingkat ketepatan biaya sebuah bangunan ditentukan oleh berbagai factor yang datangnya bisa dari dalam maupun dari luar proyek. Berbagai faktor yang datang dari dalam antara lain : tingkat kompleksitas bangunan, lokasi proyek, ketersediaan alat, sistem dalam perusahaan, analisis yang digunakan, dan masih banyak lagi. Sedang faktor yang berasal dari luar proyek antara lain : factor ekonomi, keamanan publik, kebijakan pemerintah, faktor sosial dan politik, dan lain – lain.

#### **2.14 Kajian Mutu / Kualitas**

Proses proyek konstruksi dimulai dengan perencanaan dan diakhiri dengan serah terima. Selama proses berlangsung, beberapa aspek teknik yang berkaitan dengan proses, perlu diketahui. Aspek teknik yang umum dilakukan terdistribusi dalam : perencanaan (*planning*), penjadwalan (*scheduling*), dan

pengendalian (*controlling*). Hal ini untuk mencapai tujuan proyek yaitu menghasilkan bangunan fisik yang mempunyai variabel Biaya – Mutu – Waktu yang optimal. Ketiga variabel tersebut saling berkaitan dan saling mempengaruhi, yang umum dikenal sebagai segitiga Biaya – Mutu – Waktu.



**Gambar 2.13** Segitiga Variabel Biaya – Mutu – Waktu (Rodney, 1991)

Ketiga variabel tersebut berkaitan dan saling mempengaruhi, sebagai misal Mutu : kualitas mutu berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan, besar kecilnya biaya secara umum menunjukkan tinggi rendahnya mutu untuk suatu pekerjaan yang sama dengan spesifikasi yang sama pula. Demikian pula dengan Waktu pelaksanaan, tinggi rendahnya mutu secara tidak langsung berkaitan dengan lamanya waktu pelaksanaan.

Standar perencanaan serta pengendalian mengenai kualitas adalah bersifat baik untuk tahap desain maupun untuk tahap konstruksi suatu proyek. Mengenai aspek ini pada suatu proyek, disamping berhubungan erat dengan biaya, rencana, pengadaan

dan rekayasa nilai, secara tersendiri memang sudah selayaknya bila mendapatkan suatu perhatian yang besar.

Jaminan mutu umumnya merupakan istilah yang lebih luas dan lebih mencakup semua hal untuk penerapan dari standar dan prosedur dalam upayanya untuk menjamin bahwa suatu produk atau fasilitas itu dapat memenuhi ataupun melebihi kriteria yang dikendaki. Hal itu lazimnya juga mencakup dokumentasi yang diperlukan untuk memeriksa bahwa ke semua tahapan dalam prosedur telah diselesaikan. Pada tahap pertama hal itu mencakup desain suatu produk dimana kualitasnya adalah ekonomis menurut penilaian hasil akhirnya dan pada tahap kedua hal itu mencakup pengembangan dan penerapan prosedur yang menurut tingkat ekonomisnya dapat menjamin tercapainya kualitas yang telah ditentukan. Unsur dasar dari mutu/ kualitas mencakup :

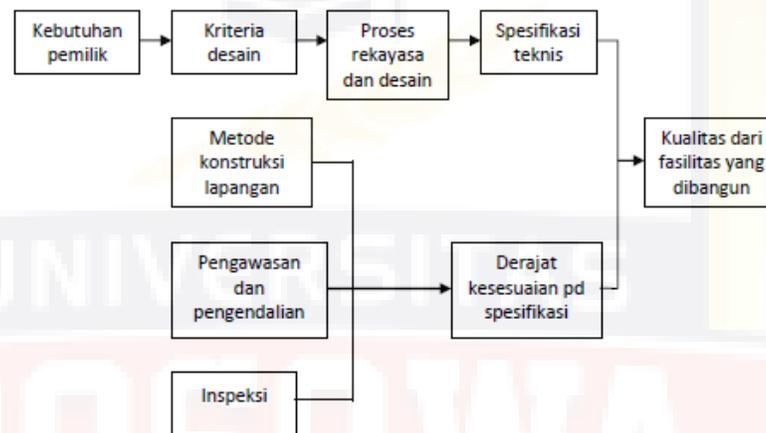
1. Karakteristik kualitas.

Istilah karakteristik kualitas untuk satu sifat atau lebih yang memberikan batasan mengenai sifat suatu produk untuk tujuan pengendalian kualitas. Mencakup dimensi, kekuatan dan lain – lain.

2. Kualitas desain

Kualitas dari suatu desain mengacu pada spesifikasi yang digunakan untuk karakteristik suatu produk.

3. Kualitas kesesuaian Kualitas kesesuaian merupakan suatu tingkat dimana pekerjaan fisik yang dihasilkan adalah sesuai standar, terdapat suatu toleransi yang erat antara standar kesesuaian dengan biaya yang dikeluarkan.



**Gambar 2.14** Unsur – unsur Kualitas (Wiley&Sons, 1970)

Hubungan antara unsur – unsur kualitas, kebutuhan pemilik dinyatakan dalam kriteria desain yang akan memandu proses rekayasa dan desain yang akan menghasilkan spesifikasi teknis untuk proyek itu. Hal ini sebenarnya adalah untuk menetapkan kualitas dari desain. Selanjutnya kualitas desain serta kualitas kesesuaiannya akan menentukan kualitas dari fasilitas yang dibangun.

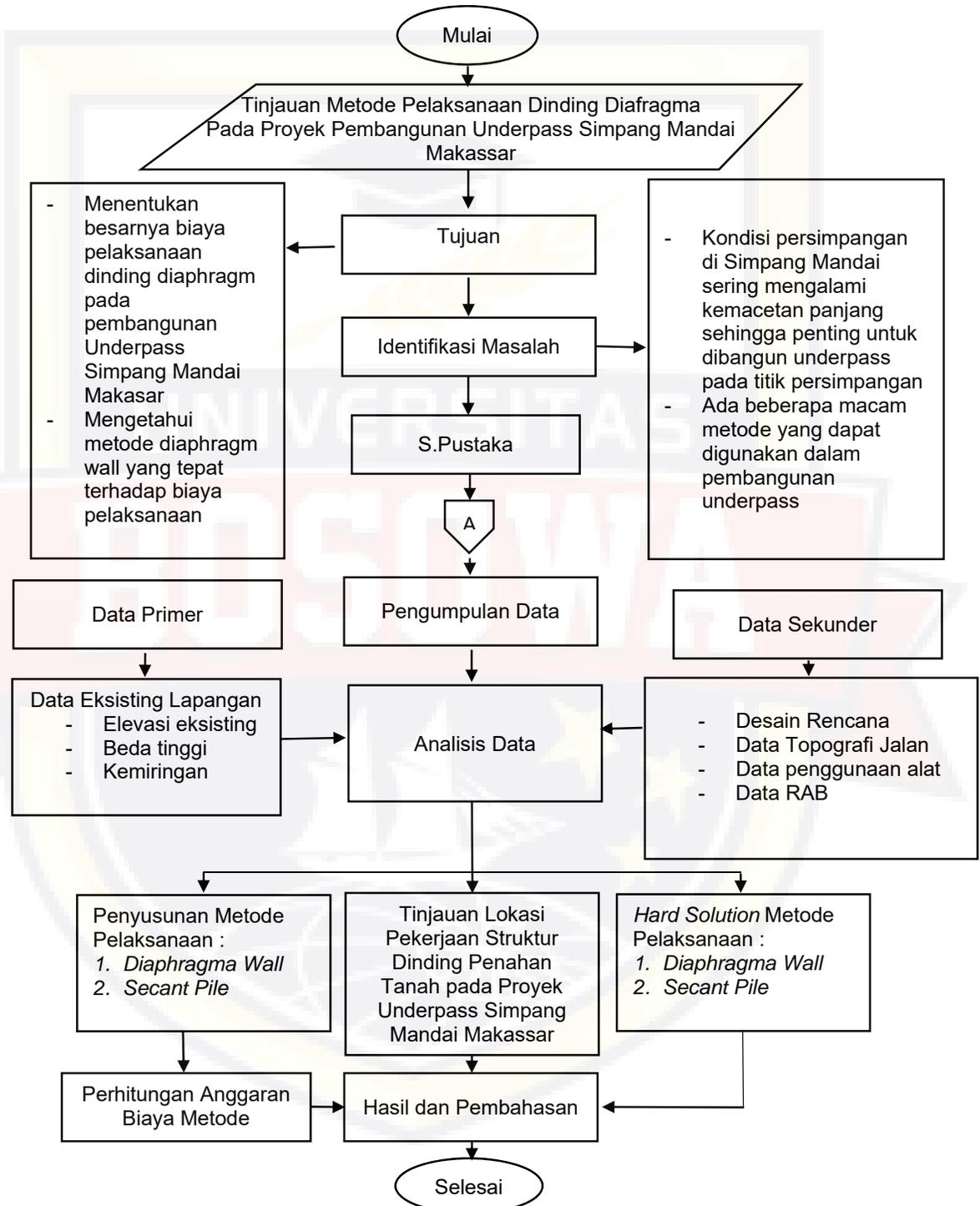
## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Gambaran Umum Proyek

Underpass Simpang Mandai dibangun karena saat ini kondisi persimpangan sering mengalami kemacetan panjang, pada jam sibuk volume kendaraan bisa mencapai 10.000 Kend/Jam. Underpass Simpang Mandai Makassar diharapkan dapat mengatasi kemacetan di persimpangan yang juga merupakan akses menuju dan dari bandara, selain itu Underpass Simpang Mandai juga akan melayani lalu lintas dari Kota Makassar menuju Maros atau juga sebaliknya. Underpass Simpang Mandai Makassar memiliki Panjang efektif yaitu 1050 m dengan konstruksi terowongan sepanjang 110 m dengan lebar 2x9 m. Pelaksanaan pekerjaan pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar ini, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional IV Makassar (BBPJN IV) Satuan Kerja Metropolitan Makassar, melakukan kontrak kerja sama operasi atau dikenal dengan sebutan JO (*Joint Operation*) dengan dua kontraktor besar yaitu diantaranya adalah PT. Adhi Karya dan PT. Wijaya Karya atau disebut PT. Adhi Karya (JO) – PT. Wijaya Karya.

### 3.2 Diagram Alir Penulisan



**Gambar 3.1** Diagram Alir Pemilihan Metode Pelaksanaan

### **3.3 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dapat dilakukan setelah orientasi lapangan selesai dan mendapatkan data serta informasi dari masyarakat maupun instansi yang terkait. Kegiatan identifikasi masalah dapat memperjelas masalah yang akan dibahas, serta menentukan batasan-batasan permasalahan sehingga masalah yang teridentifikasi dapat dikaji secara teori dengan efisien.

Hasil dari tahapan identifikasi masalah dapat disusun tindakan yang akan diambil sebagai alternatif pemecahan masalah dan dilakukan penyusunan data-data yang dibutuhkan, kemudian dibuat kesimpulan sementara tentang permasalahan yang ada dan berpotensi untuk timbulnya masalah di masa yang akan datang.

### **3.4 Identifikasi Kebutuhan Data**

Kegiatan identifikasi kebutuhan data dilakukan penyusunan data-data yang dibutuhkan serta pendataan instansi dan institusi yang dapat dijadikan sumber data. Data yang dibutuhkan dalam penelitian berupa data sekunder dan data primer, adapun data yang dibutuhkan antara lain, data teknis pekerjaan borepile yang meliputi mutu beton, schedule pelaksanaan, harga satuan pekerjaan, data topografi.

Menurut cara mendapatkannya, data yang dibutuhkan dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan. Hasil dari pengamatan lapangan dapat diketahui kondisi eksisting lokasi penempatan borepile.

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari catatan studi terdahulu. Data ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Manajemen Proyek PT. Adhi Karya (JO) – PT. Wijaya Karya, Desain Perencanaan Underpass, dan lain sebagainya.

### **3.5 Metode Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan merupakan data yang terkait dengan masalah yang ditinjau. Data-data tersebut berupa data primer dan sekunder yang didapat dari instansi-instansi terkait serta pengamatan langsung pada lokasi studi. Pengumpulan data dapat dilakukan setelah dilakukannya identifikasi kebutuhan data. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam rangka pengumpulan data ini antara lain:

- Metode Literatur

Metode literatur yaitu dengan meminjam data dari instansi terkait sebagai landasan permasalahan yang ada sekaligus pembanding keadaan saat ini. Data yang diperoleh dari instansi terkait ini biasa disebut data sekunder.

- Metode wawancara

Yaitu dengan menanyakan langsung kepada sumber-sumber yang dianggap valid sebagai masukan dan referensi. Sebagai contoh adalah wawancara dengan pemilik proyek (owner), konsultan perencana, konsultan supervisi, dan pihak penyedia jasa, serta pihak-pihak instansi terkait yang turut serta menangani wilayah tersebut.

- Metode Observasi/ Survey Lapangan

Metode observasi atau survey yaitu dengan mengadakan pengamatan langsung keadaan lapangan sesungguhnya. Hal ini mutlak dilakukan agar dapat diketahui kondisi aktual pada lokasi studi, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam analisis data dan pengambilan kesimpulan.

### **3.6 Metode Analisis Data**

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data-data yang diperoleh, baik data primer maupun data sekunder. Pengolahan meliputi kegiatan pengakumulasian dilanjutkan pengelompokkan berdasarkan jenis data dan dilanjutkan dengan analisis data.

Data yang telah didapat, diolah dan dianalisis sesuai dengan kebutuhannya. Masing-masing data berbeda dalam pengolahan dan analisisnya. Dengan pengolahan dan analisa yang sesuai maka akan diperoleh variabel-variabel yang akan digunakan dalam menentukan analisis pemilihan metode pelaksanaan yang tepat untuk Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar. Adapun tahapan metode analisis data dijelaskan sebagai berikut :

#### **3.6.1 Penyusunan Metode Pelaksanaan Struktur**

Penggunaan metode pelaksanaan yang tepat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga target 3T yaitu tepat mutu atau kualitas, tepat biaya atau kuantitas dan tepat waktu sebagaimana ditetapkan dapat tercapai. Metode pelaksanaan ini sebagai dasar analisis perhitungan harga satuan pekerjaan.

### 3.6.2 Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Pembuatan rencana anggaran biaya dimulai dengan menghitung volume pekerjaan dilanjutkan dengan menghitung harga per satuan pekerjaan dengan menggunakan analisa harga satuan pekerjaan, dan diakhiri dengan penjadwalan pekerjaan.

Adapun rumusan perhitungan yang digunakan yaitu perhitungan RAB dari masing-masing metode berdasar pada rumus:

Untuk harga satuan pekerjaan didapat dari hasil penjumlahan antara harga satuan bahan dengan harga satuan upah tenaga kerja. Perhitungan harga satuan pekerja dapat diperoleh dengan Rumus

3.1.

$$HSP=HSB+HSU.....(3.1)$$

Dimana :

HSP = Harga Satuan Pekerjaan

HSB = Harga Satuan Bahan

HSU = Harga Satuan Upah

Harga satuan bahan/upah diperoleh dari hasil perkalian antara koefisien bahan atau upah tenaga kerja dengan harga bahan tiap satuan. Harga satuan bahan dan upah dapat diperoleh dengan Rumus 3.2 dan Rumus 3.3.

$$HSB = KB \times HB \dots\dots\dots(3.2)$$

$$HSU = KU \times HU \dots\dots\dots(3.3)$$

Dimana :

KB = jumlah bahan yang dibutuhkan tiap satuan pekerjaan

HB = harga bahan tiap satuan

KU = jumlah orang/hari untuk menyelesaikan tiap satuan pekerjaan

HU = upah tenaga kerja tiap hari

Adapun cara perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan adalah jumlah dari masing-masing hasil perkalian antara volume pekerjaan dengan harga satuan yang bersangkutan.

Perhitungan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dengan Rumus 3.4.

$$RAB = \Sigma(\text{volume} \times \text{HSP}) \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

RAB = Rencana anggaran biaya

HSP = Harga satuan pekerjaan

Kebutuhan bahan dan material yang dibutuhkan untuk melaksanakan tiap-tiap pekerjaan sesuai dengan jadwal yang ada

dan juga kebutuhan akan tenaga kerja yang akan mengerjakannya. Dalam perhitungan durasi pekerjaan terdapat produktifitas pekerja untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan, dari produktifitas tersebut direncanakan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan, jadi diketahui kebutuhan akan tenaga kerja. Sedangkan untuk menentukan kebutuhan akan bahan didapat dari hasil perkalian antara koefisien bahan yang terdapat dalam harga satuan pekerjaan dengan volume suatu pekerjaan yang bersangkutan. Perhitungan kebutuhan bahan dapat diperoleh dengan Rumus 3.5

$$\text{Kebutuhan bahan} = \text{KB} \times \text{V} \dots \dots \dots (3.5)$$

Dimana :

KB = Jumlah bahan yang diperlukan tiap satuan pekerjaan

V = Volume pekerjaan

### **3.6.3 Penyusunan Time Schedule (Kurva - S)**

Time Schedule ini disusun berdasarkan urutan kegiatan tertentu dan menunjukkan hubungan yang logis antar kegiatan. Hubungan timbal balik antara pembiayaan dan waktu penyelesaian dengan fungsi sebagai berikut :

1. Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks antar kegiatan.

2. Menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.
3. Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling efektif.
4. Mengidentifikasi kegiatan-kegiatan kritis dan pengaruhnya terhadap jadwal proyek secara keseluruhan bila terjadi keterlambatan.

Keterangan diatas jelas bahwa keberadaan time schedule dalam suatu proyek konstruksi mempunyai peran yang sangat penting. Adapun data-data yang diperlukan untuk menyusun time schedule adalah sebagai berikut:

1. Metode pelaksanaan bangunan yang akan dilaksanakan. Metode pelaksanaan akan mempengaruhi hubungan antar kegiatan yang akan dilaksanakan.
2. Daftar semua kegiatan yang akan dilaksanakan.
3. Durasi waktu dari masing-masing kegiatan.

Durasi waktu dapat dihitung berdasarkan acuan baku misalnya menggunakan Standart Analisa Harga Satuan yang ditetapkan oleh pemerintah (SNI). Pada AHSP SNI kita dapat menghitung durasi pekerjaan dengan menggunakan indeks Upah dengan cara :  $\text{Volume Pekerjaan (V)} \times \text{Indeks Upah (OH)} : \text{Durasi (D)} = \text{Jumlah Pekerja}$ .

4. Urutan pelaksanaan kegiatan.
5. Ketergantungan dan hubungan timbal balik antara suatu kegiatan yang satu dengan yang lainnya.

#### **3.6.4 Analisis Kebutuhan Alat**

Analisis kebutuhan alat dilakukan untuk menentukan jenis alat dan jumlah kebutuhan alat yang diperlukan dalam menjalankan metode pelaksanaan. Hal ini sangat diperlukan dalam mengatur atau me-manage suatu pekerjaan konstruksi, adapun cara menganalisis kebutuhan alat dalam proses konstruksi dengan meninjau metode pekerjaan, volume pekerjaan dan melihat daftar pekerjaan.

#### **3.6.5 Analisis Rencana Mutu Kontrak (Kebutuhan Proyek)**

Rencana Mutu Kontrak (RMK) Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar menjadi kerangka acuan dasar syarat mutu yang akan dianalisis, hal tersebut karena penelitian didasari dari kesesuaian pemilihan metode yang tepat dan efisien pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar.

#### **3.6.6 Mapping Lokasi Pekerjaan Struktur**

Analisis yang dilakukan untuk menentukan lokasi kebutuhan pekerjaan struktur dinding penahan tanah pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar.

### **3.6.7 Hard Solution Metode**

Analisis yang dilakukan untuk menentukan keuntungan dan kelemahan struktur dinding penahan tanah untuk proyek pembangunan underpass ditinjau berdasarkan kegunaan struktur.

### **3.6.8 Matriks Pemilihan Metode Pelaksanaan**

Analisis pemilihan metode pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar disesuaikan dengan sistem manajemen konstruksi yaitu tepat mutu, biaya dan waktu serta memiliki tingkat kehandalan (*reliability*) yang cukup tinggi. Tingkat kehandalan suatu metode pelaksanaan ditinjau berdasarkan beberapa aspek dengan sistem kualitatif dan ditabulasikan dengan tabel matriks kesesuaian alternatif pemilihan metode pelaksanaan.

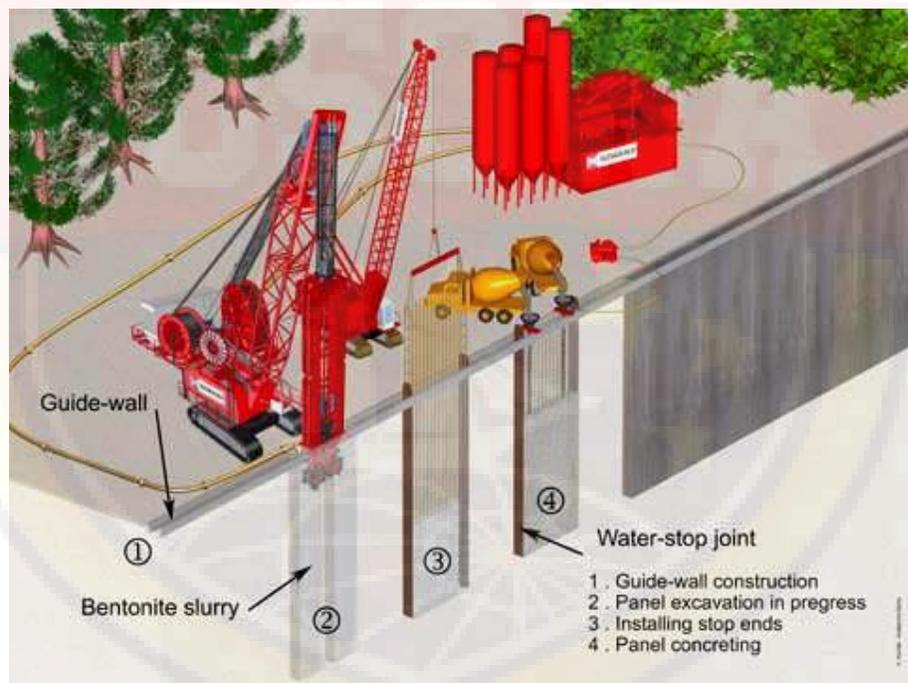
## **3.7 Metode Pekerjaan *Diaphragma Wall***

### **3.7.1 Pengertian *Diaphragma Wall***

*Diaphragma Wall* atau dinding diafragma merupakan dinding beton bertulang yang dibuat dalam tanah (*cast-in-situ*). Selain menahan tanah, dinding diafragma juga dapat mencegah masuknya air kedalam area dibagian muka dinding karena dinding ini kedap air. Namun penggunaan dinding diafragma akan membutuhkan massa

beton dan tulangan baja dalam jumlah besar yang tentunya akan banyak mempengaruhi biaya.

Sisi positif lainnya yang diperoleh yaitu tidak adanya getaran dan kebisingan yang ditimbulkan pada proses pemasangannya, sebagaimana yang dialami pada proses konstruksi (pemancangan) *sheet pile*.



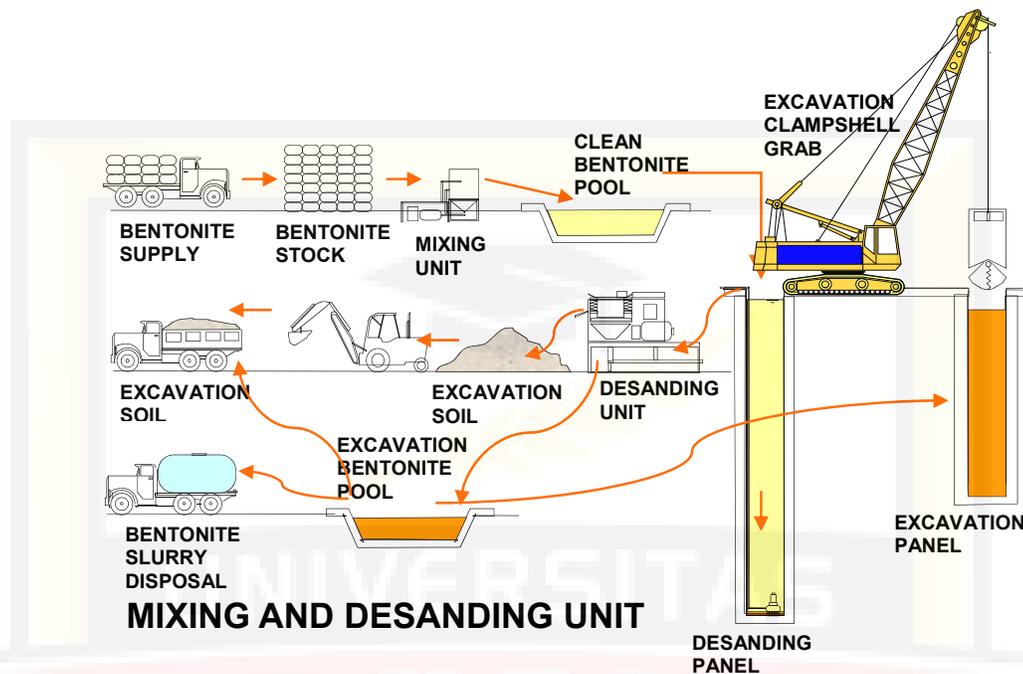
**Gambar 3.2** Sketsa Pekerjaan Diafraghm Wall

### 3.7.2 Metode Pelaksanaan

#### A. Persiapan

Persiapan diperlukan agar pada pelaksanaan utama diafragma wall dapat berjalan dengan baik dan lancar sehingga waktu penyelesaian pekerjaan dapat sesuai jadwal dengan kualitas yang baik. Beberapa hal berikut adalah yang menyangkut kegiatan persiapan.

1. Melakukan marking area yang akan dikerjakan diafragma wall.
2. Jika pada proses marking sudah benar dan mendapat persetujuan pihak yang terkait pada proyek tersebut, maka dilanjutkan dengan membuat guide line, yaitu mengali pada area marking dengan kedalam sekitar 100 cm dan memberikan perkuatan dengan beton mutu rendah ( K125) dengan tebal 20 – 30 cm. Guide line ini diperlukan agar alat pengali ( yaitu mesin Grab ) dapat mudah mengikuti alur galian yang ditentukan .Seperti pada gambar dibawah ini.
3. Menentukan tempat pembuatan tulangan besi (reinforcement) jika diafragma wall dilakukan metoda *cor in situ*, atau menentukan tempat perletakan untuk pemakaian precast sistem.
4. Menentukan tempat pencampuran antara air dan bentonite. Campuran ini akan dialirkan pada galian diafragma wall untuk menghindari terjadinya keruntuhan galian.



**Gambar 3.3** Sketsa Pekerjaan Diafraghm Wall Bemtonite

5. Peralatan yang digunakan dalam pekerjaan ini harus sudah tersedia dilapangan. Alat tersebut seperti : Mobil Crane minimal 2 buah ( 1 untuk pengalihan diafragma wall) Mesin Grab, Mesin Bor , Casing, pompa air untuk sirkulasi campuran bentonite , ultra sonic sonding dan peralatan lain yang terkait pekerjaan tulangan besi (reinforcement ).

### **B. Pelaksanaan**

Seperti halnya pekerjaan dinding penahan pada umumnya maka step pertama adalah sebagai berikut :

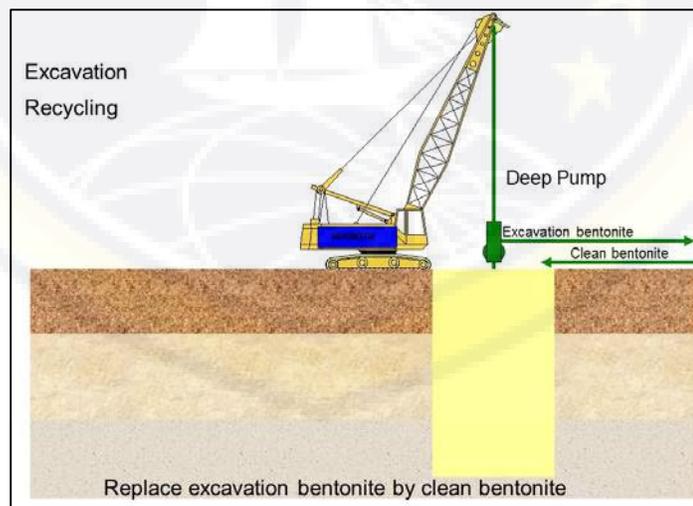
1. Penggalian. Penggalian dengan menggunakan mesin grab. Lebar galian adalah setebal dinding diafragma antara 30 – 60 cm

sedangkan panjang galian adalah sekitar 5 meter. Kedalaman galian disesuaikan dengan kebutuhan kedalaman underpass.



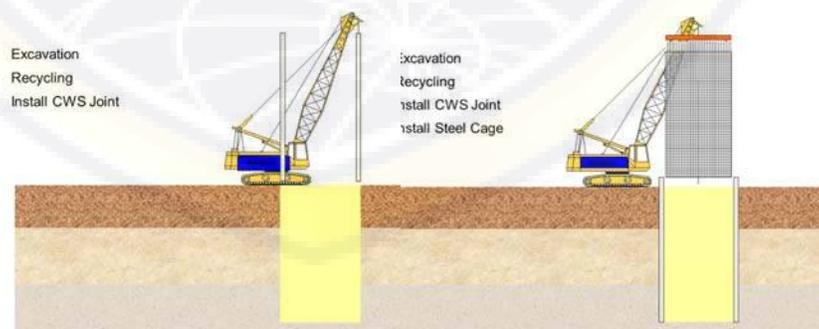
**Gambar 3.4** Sketsa Penggalian menggunakan mesin grab

2. Bersamaan dengan melakukan penggalian ini harus juga dialirkan campuran air dan bentonite secara continue, agar tidak terjadi keruntuhan tanah.



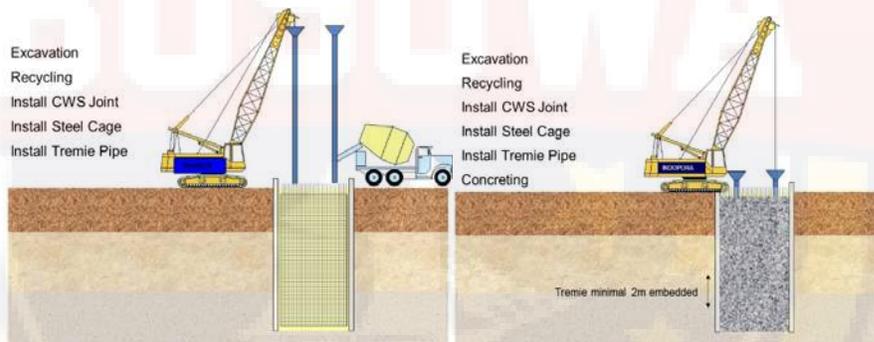
**Gambar 3.5** Sketsa Pembersihan bentonite dan cleaning

3. Sebelum rangkaian tulangan besi (reinforcement ) dimasukkan ( untuk cor insitu ) atau panel precast masuk, harus dicek dulu dengan ultrasonic sonding untuk diketahui adanya keruntuhan atau tidak.
4. Sistem pengaliran dilakukan secara selang-seling. (misalnya galian diberi nomor 1, 2, 3 dan seterusnya maka pengaliran pertama adalah nomor 1, pengaliran kedua adalah nomor 3 dan seterusnya). Hal ini dilakukan untuk meminimalkan terjadinya keruntuhan pada dinding galian.
5. Erection tulangan diafragma wall ( reinforcement ) harus disiapkan secara simultan dengan penggalian, sehingga saat galian sudah siap maka rangkaian pembesian juga sudah siap. (Karena galian hanya boleh dibiarkan maximal 2 x 24 ). Model rangkaian tulangan adalah double reinforced (tulangan rangkap) yang berfungsi menahan gaya geser dan momen lentur pada diafragma wall. Rangkaian pembesian ini pada sisi-sisi tebalnya diberi end plate yang berfungsi untuk penyambung antar diafragma wall.

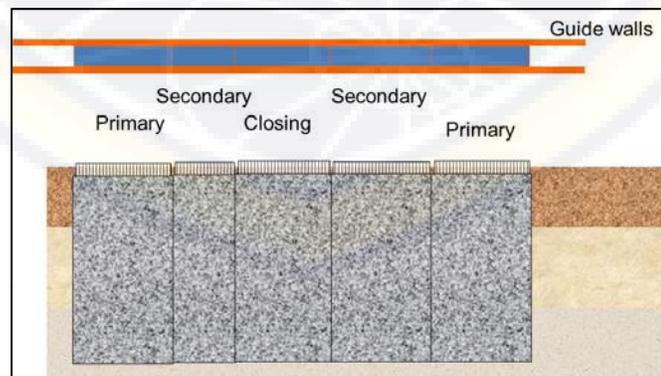


**Gambar 3.6** Sketsa Pemasangan Joint dan Erection (Reinforcement)

6. Setelah pengecekan dengan ultrasonic dilakukan dan menunjukkan tidak ada keruntuhan pada dinding galian maka melangkah pada tahap berikutnya yaitu *Cor In Situ*.
7. Memasukkan rangkaian tulangan besi (reinforcement). Rangkaian tulangan besi (reinforcement) pada sisi yang nantinya menjadi dinding dalam basement dipasang juga terpal supaya tampilan diafragma wallnya bisa bagus/rata.
8. Melakukan pengecoran sampai selesai.
9. Pekerjaan pembuatan diafragma wall dilakukan secara simultan dan terus menerus hingga membentuk dinding beton yang menerus.



**Gambar 3.7** Sketsa Pekerjaan Pengecoran Diafragma Wall

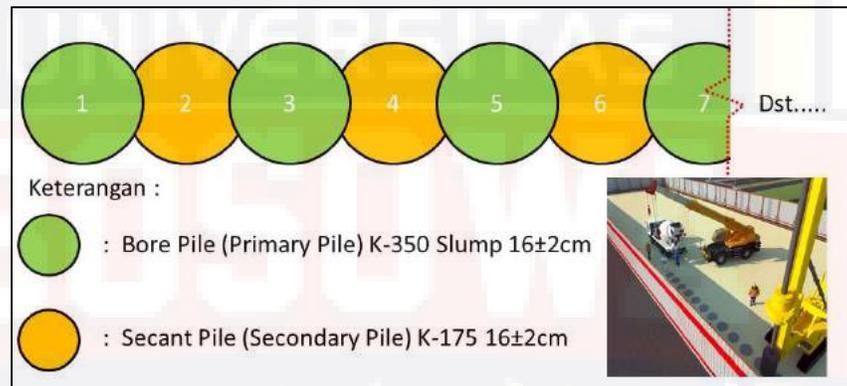


**Gambar 3.8** Sketsa hasil Pekerjaan Pengecoran Diafragma Wall

### 3.8 Metode Pekerjaan *Secant Pile*

#### 3.8.1 Pengertian *Secant Pile*

*Secant Pile* merupakan struktur penahan galian tanah dalam yang tersusun dari barisan *pile* beton tak-bertulang sebagai *secondary pile* yang dicor terlebih dahulu, dan *pile* beton bertulang sebagai *primary pile* yang dicor dengan meng-overlap *primary pile*, yang disusun saling menyambung hingga membentuk dinding.

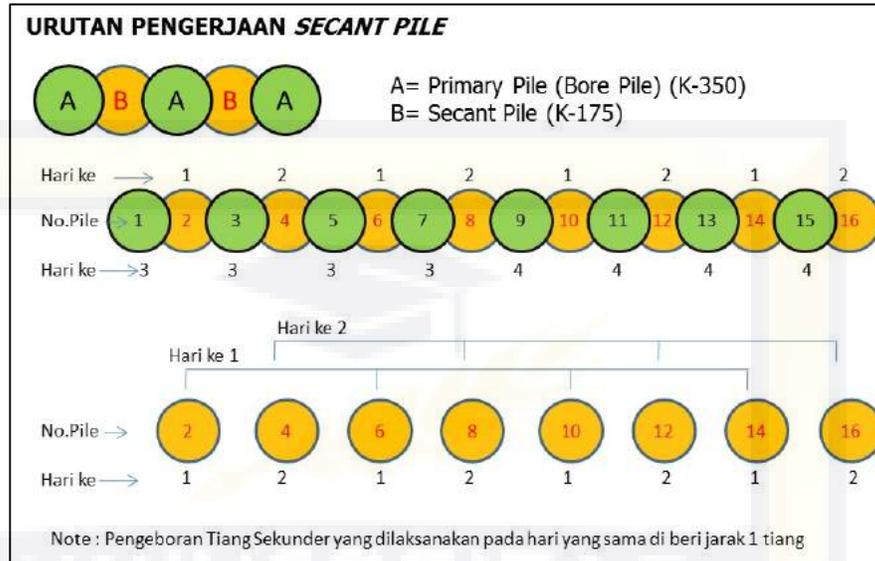


Gambar 3.9 Ilustrasi pekerjaan *Secantpile*

#### 3.8.2 Metode Pelaksanaan

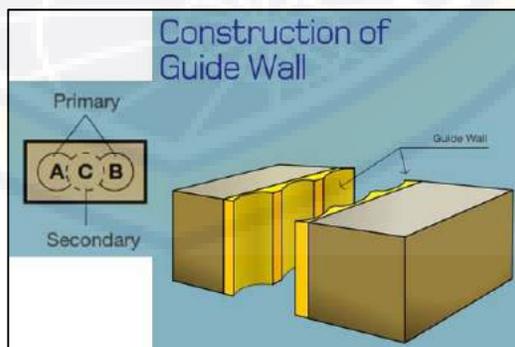
##### A. Persiapan

1. Survey dan pengukuran awal untuk menentukan titik-titik bore pile (*Stacking-Out*) dan marking area pengeboran.
2. Pabrikasi penulangan (Reinforcement) borepile untuk tiang primary pile
3. Membuat jadwal pengecoran borepile sesuai *sequence* pekerjaan secant pile.



**Gambar 3.10** Jadwal pelaksanaan pekerjaan *Secantpile*

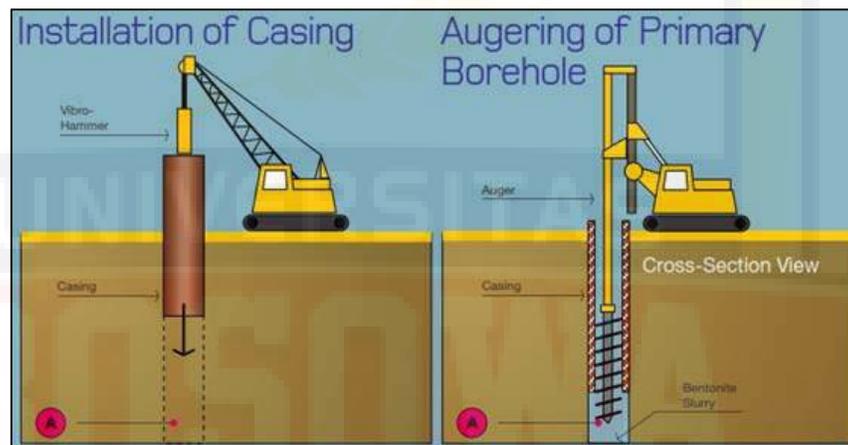
4. Menyiapkan form untuk keperluan administrasi dan monitoring borepile dan pengendalian mutu hasil pengecoran (termasuk didalamnya tertampil kedalaman pengeboran).
5. Menyiapkan seluruh peralatan (Mobilisasi) dan material untuk pelaksanaan pekerjaan *secant pile*.
6. Membuat guide wall untuk menjaga kelurusan hasil pengecoran bahwa tiang tegak lurus.



**Gambar 3.11** *Guide Wall*

## B. Pelaksanaan

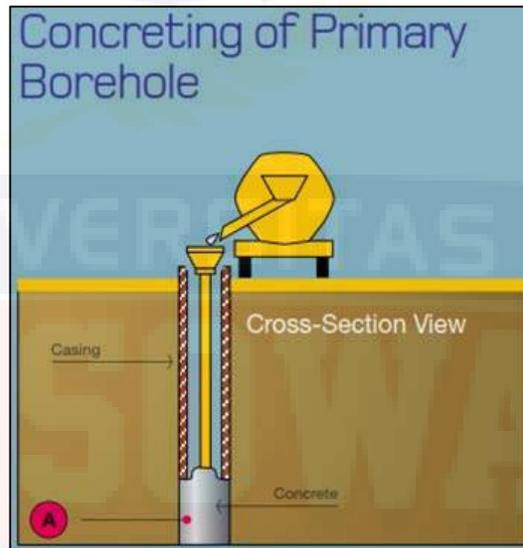
1. Setting alat bor pada titik pengeboran
2. Gunakan full casing jika diperlukan untuk mencegah kelongsoran tanah saat proses boring. masukkan full casing ke lubang bor sebelum proses pengeboran (*pre-boring*)



**Gambar 3.12** Pemasangan casing dan proses pengeboran *Secantpile*

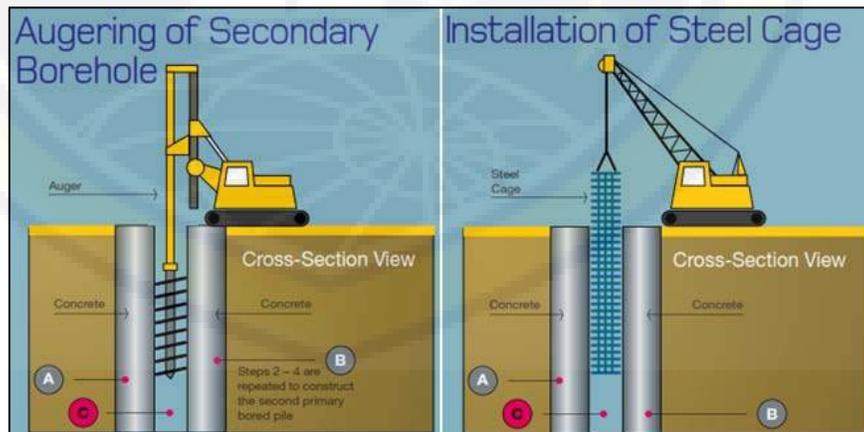
3. Lalu dilanjutkan dengan proses pengeboran sampai dengan kedalaman yang dikehendaki
4. Secara kontinu tambahkan air sebelum sebelum mencapai muka air tanah untuk mempermudah proses pengeboran. Buangan lumpur dialirkan dengan membuat jalur drainase tersendiri dan dibuang dengan dump truck
5. Cek apakah kedalaman rencana telah tercapai
6. Bersihkan lumpur pada dasar lubang bor dengan cleaning bucket

7. Selama proses berlangsung, catat :
  - a) kedalaman muka air tanah
  - b) tipe tanah termasuk kedalaman dan tebal lapisan tanahnya
8. Persiapan beton mutu K350 untuk Primer Pile dan K175 untuk Secondary Pile di Batching Plant



**Gambar 3.13** Proses pengecoran Secondary Pile K-175

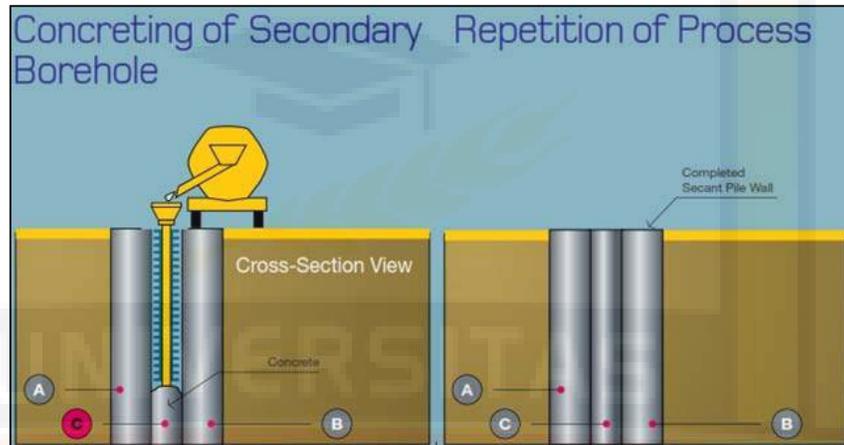
9. Pasang penulangan yang telah difabrikasi sebelumnya



**Gambar 3.14** Proses pengeboran *Primary Pile* dan Pemasangan Tulangan

10. Pasang pipa tremie ketika ada air tanah di dalam lubang bor, pipa ini digunakan untuk mencegah segregasi beton karena tinggi jatuh yang tinggi atau disebabkan oleh tingginya muka air tanah.
11. Jika tidak ada air tanah pemakaian pipa tremie tidak mutlak diperlukan (cukup memakai corong)
12. Untuk mencegah bercampurnya air pada tremie dengan beton, maka pada dasar lubang pipa diberi separator, dapat dibuat dari plat tebal 3 mm atau lubang diisi dengan material yang kedap seperti Styrofoam
13. Setelah semuanya siap dapat dilanjutkan dengan pengecoran. Proses pengecoran harus dilakukan secara langsung dan berkesinambungan, beton dituangkan langsung dari truck mixer ke lubang tremie melewati corong pipa yang tersedia
14. Selama proses pengecoran pipa tremie ditarik perlahan-lahan tanpa melalaikan bahwa bagian bawah pipa selalu terbenam dibawah beton yang paling awal dituang.
15. Pengecoran dilanjutkan sampai dengan  $\pm 1$  m diatas cut off level yang bertujuan membuang beton yang dituang paling awal karena pada saat pengecoran bagian tersebut tercampur dengan sedimen/lumpur yang menjadikan mutu beton rendah.

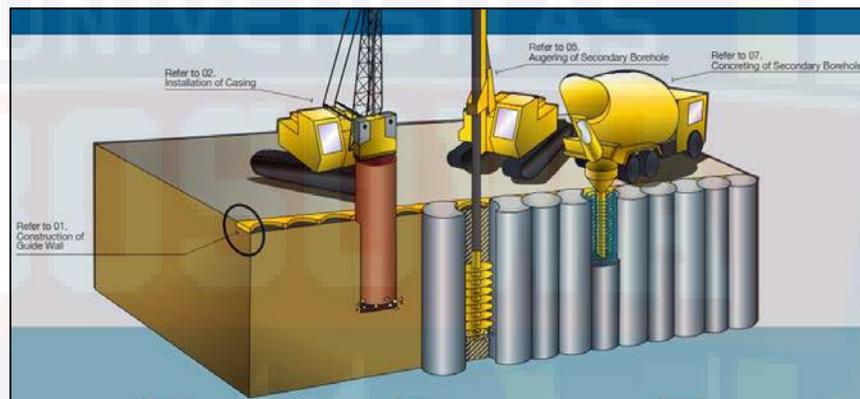
16. Setelah pengecoran selesai, casing ditarik dengan Vibro Hammer untuk menghindari longsoran tanah juga segregasi beton sepanjang permukaan beton.



**Gambar 3.15** Proses pengecoran *Primary Pile* dan hasil Pekerjaan *Secant Pile*

17. Selama proses berlangsung, selalu dicek apakah mutu beton dan volume teoritik tiap lubang sesuai dengan mutu dan volume beton yang dikirimkan.
18. Jika batas akhir pengecoran terletak pada kedalaman tertentu dibawah muka tanah maka isilah lubang dengan pasir untuk pertimbangan keselamatan

Metode BorePile dengan Metode Temporary Casing seperti diatas adalah cara membuat pondasi bore pile yang efektif untuk mencegah kelongsoran tanah asli pada kedalaman dibawah muka air tanah, dimana kondisi tanah tidak bisa diprediksi kemampuannya sebab terkikis oleh gerakan air tanah aktif. Pada metode ini tidak digunakan campuran bentonite untuk mengurangi resiko runtuhnya dinding tanah, dan resiko rembesnya air.



**Gambar 3.16** Proses Pekerjaan *Secantpile* secara continue

## BAB IV

### ANALISIS DATA

#### 4.1 Umum

Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar sangat diperlukan struktur dinding penahan tanah untuk menahan galian yang cukup dalam, beban tanah dan beban jalan pada frontage dan tunnel. Adapun beberapa hal yg digunakan sebagai dasar pemilihan struktur dinding penahan tanah pada proyek ini adalah

1. Faktor kondisi lapangan, karena untuk menahan jalan *frontage* dan struktur *Top Slab* dengan kedalaman mencapai -4,00 sampai dengan -17,00 m dari elevasi jalan rencana.
2. Kebutuhan kedalaman dinding penahan tanah tersebut harus tercapai dan digunakan metode kerja yang sesuai dengan membandingkan konstruksi struktur penahan tanah lainnya.
3. Efisiensi biaya, dengan membandingkan jenis dinding penahan tanah lainnya, untuk menahan galian yang cukup dalam, beban tanah, dan beban jalan frontage pada proyek ini.
4. Ketepatan dan kecepatan waktu pelaksanaan pekerjaan, menjadi salah satu tolak ukur untuk menentukan metode pelaksanaan dinding penahan tanah yang paling sesuai dengan kebutuhan lapangan.

#### 4.1.1 Data Teknis Struktur Dinding Penahan Tanah

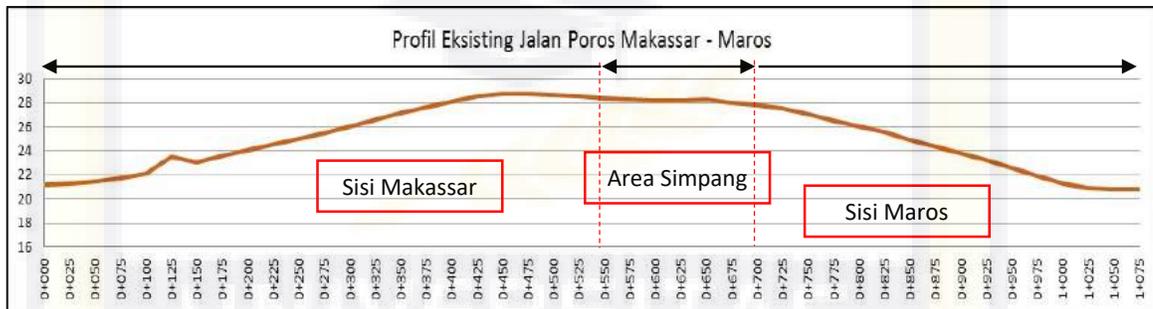
##### A. Keadaan Topografi

Proyek Underpass Simpang mandai memiliki kondisi topografi yang cenderung menurun pada salah satu sisi ujung dari batas konstruksi. Adapun keadaan topografi pada profil memanjang desain underpass ditabulasikan pada tabel 4.1 sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Tabel Elevasi Eksisting Memanjang Jalan (*Sumber : Analisis Data*)

STASIUN	ELEVASI EKSTING (m)	JARAK (m)	BEDA TINGGI (m)	KEMIRINGAN (%)	KETERANGAN
0+000	21.166	25.000	0.116	0.029	STA AWAL
0+025	21.282	25.000	0.201	0.050	
0+050	21.483	25.000	0.232	0.058	
0+075	21.715	25.000	0.381	0.095	
0+100	22.096	25.000	1.465	0.366	
0+125	23.561	25.000	-0.500	0.125	
0+150	23.061	25.000	0.516	0.129	
0+175	23.577	25.000	0.532	0.133	
0+200	24.109	25.000	0.463	0.116	
0+225	24.572	25.000	0.411	0.103	
0+250	24.983	25.000	0.528	0.132	
0+275	25.511	25.000	0.500	0.125	
0+300	26.011	25.000	0.577	0.144	
0+325	26.588	25.000	0.588	0.147	
0+350	27.176	25.000	0.483	0.121	
0+375	27.659	25.000	0.474	0.119	
0+400	28.133	25.000	0.408	0.102	
0+425	28.541	25.000	0.182	0.045	
0+450	28.723	25.000	-0.011	0.003	
0+475	28.712	25.000	-0.059	0.015	
0+500	28.653	25.000	-0.109	0.027	
0+525	28.544	25.000	-0.182	0.046	
0+550	28.362	25.000	-0.115	0.029	
0+575	28.247	25.000	-0.064	0.016	
0+600	28.183	25.000	-0.003	0.001	
0+625	28.18	25.000	0.089	0.022	
0+650	28.269	25.000	-0.240	0.060	
0+675	28.029	25.000	-0.235	0.059	
0+700	27.794	25.000	-0.298	0.075	
0+725	27.496	25.000	-0.402	0.100	
0+750	27.094	25.000	-0.551	0.138	
0+775	26.543	25.000	-0.519	0.130	
0+800	26.024	25.000	-0.482	0.121	
0+825	25.542	25.000	-0.571	0.143	
0+850	24.971	25.000	-0.606	0.152	
0+875	24.365	25.000	-0.538	0.134	
0+900	23.827	25.000	-0.582	0.146	
0+925	23.245	25.000	-0.621	0.155	
0+950	22.624	25.000	-0.689	0.172	
0+975	21.935	25.000	-0.691	0.173	
1+000	21.244	25.000	-0.369	0.092	
1+025	20.875	25.000	-0.074	0.019	
1+050	20.801				STA AKHIR

Bentuk topografi pada jalan eksisting Poros Makassar – Maros disajikan dalam grafik profil memanjang pada gambar 4.1 sebagai berikut :

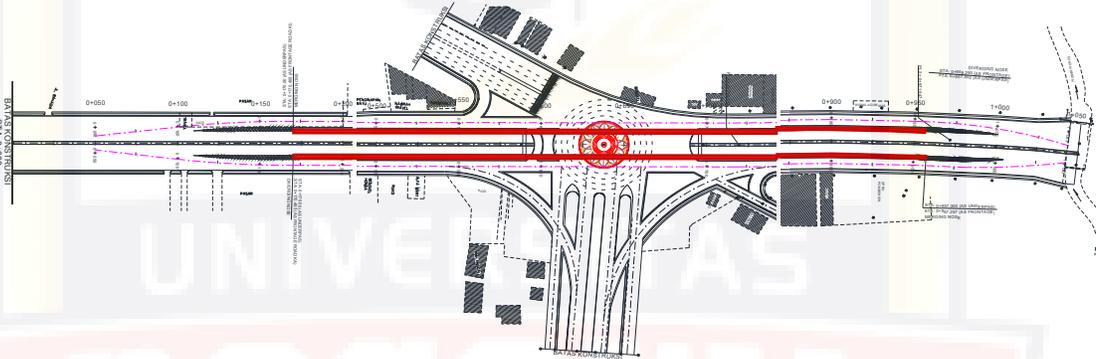


**Gambar 4.1** Profil Eksisting Jalan (Sumber : Analisis Data)

Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa jalan eksisting dari sisi makassar menuju ke arah simpang relatif landai menaik, pada daerah simpang simpang relatif datar, dan dari simpang menuju arah maros menurun. Hal ini harus dikaji terkait desain rencana underpass yang akan dibangun

## B. Desain Rencana Lokasi Dinding Penahan Tanah

Desain rencana dinding penahan tanah pada pelaksanaan pekerjaan Underpass Simpang Mandai dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut :



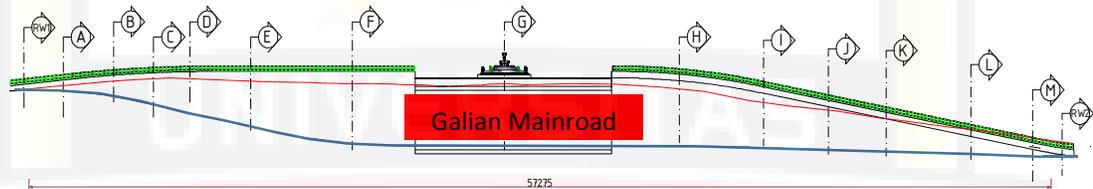
**Gambar 4.2** Layout Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai (Sumber : Shop Drawing Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar, 2016)

Garis merah pada gambar 4.2 merupakan daerah yang diperlukan struktur dinding penahan tanah pada Underpass Simpang Mandai, atau secara detail fungsi dinding penahan tanah pada proyek pembangunan underpass ditabulasikan pada tabel 4.2 sebagai berikut :

**Tabel 4.2** Fungsional Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Underpass Simpang Mandai (Sumber : Analisis Data)

No.	Desain Rencana (STA)	Fungsional	Keterangan
1	0+372,600 - 0+588,043	Dinding Penahan Tanah Jalan Frontage	Sisi Makassar Kanan - Kiri
2	0+588,043 - 0+699,043	Dinding Penahan Tanah Jalan Frontage + Pondasi Jembatan (Slab)	Sisi Slab Tunnel
3	0+699,043 - 0+944,243	Dinding Penahan Tanah Jalan Frontage	Sisi Maros Kanan - Kiri

Potongan melintang struktur dinding penahan tanah yang diperlukan pada proyek pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar merupakan profil eksisting jalan poros Makassar - Maros dengan rencana penggalian tanah pada Mainroad untuk struktur dinding dan Tunnel dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut :



**Gambar 4.3** Potongan melintang Desain Dinding Penahan Tanah Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai (Sumber : Shop Drawing Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar, 2016)

Garis merah pada gambar 4.3 merupakan elevasi tanah eksisting yang diperlukan struktur dinding penahan tanah pada Underpass Simpang Mandai, dan garis biru merupakan elevasi rencana galian untuk area mainroad yang memerlukan struktur dinding penahan tanah.

#### **4.2 Perbandingan Kebutuhan Alat dan Material**

Kebutuhan alat dan material dalam pemilihan metode struktur penahan tanah dan metode pelaksanaan menjadi faktor utama, karena akan mempengaruhi waktu pelaksanaan dan efisiensi biaya.

Kebutuhan alat pada masing – masing metode disajikan pada tabel

4.3 sebagai berikut :

No	Kebutuhan		Metode Pelaksanaan			
	Peralatan (A)	Material Pendukung (B)	Diafraghm Wall		Secant Pile	
			(A)	(B)	(A)	(B)
1	Mobile Crane / Crawler Crane	Beton Fc' 10 Mpa	√	√	√	
2	Grab Machine	Beton Fc' 15 Mpa	√			√
3	Bore Machine	Beton Fc' 30 Mpa		√	√	√
4	Guide Wall	Concrete Sheet Pile (CSP)	√		√	
5	Pipa Tremie	Baja Tulangan U - 32	√	√	√	
6	Ultrasonic Sounding	Baja Tulangan U - 39	√	√		
7	Mixer Truck	Additive - Bentonite	√	√		
8	Casing	Additive - Sika LN	√		√	√
9	Drilling Bucket	Air		√	√	
10	Auger	Pasir		√	√	
11	Dump Truck		√		√	
12	Las Machine		√		√	
13	Vibro Hammer					
14	Water Pump		√			
15	Bar Cutter		√		√	
16	Bar Bender		√		√	
17	Excavator		√		√	

**Tabel 4.3** Tabulasi daftar alat dan material (*Sumber : Analisis Data*)

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat alat dan material yang akan digunakan pada masing – masing metode pekerjaan struktur dinding penahan tanah. Tabel 4.3 akan dijadikan acuan dalam perhitungan anggaran biaya pada masing – masing metode

### 4.3 Perhitungan Anggaran Biaya Diafraghm Wall

Analisa perhitungan biaya setiap pekerjaan, berdasarkan pada harga satuan kegiatan pekerjaan dan besarnya biaya overhead yang dikeluarkan selama pelaksanaan pekerjaan pembuatan dinding diaphragma.

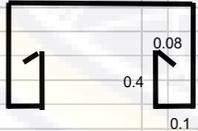
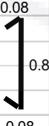
#### 4.3.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan meliputi pekerjaan persiapan, pembuatan guide wall, pembuatan panel Diaphragma wall secara Cast insitu, bongkaran beton dan pembuatan capping beam.

##### A. Volume Capping Beam

Volume Pembesian capping beam terlampir pada tabel di bawah

**Tabel 4.4** Volume pembesian capping beam (*Sumber : Analisis Data*)

No.	SKETSA PEMBESIAN	PERHITUNGAN					VOLUME ( kg )	Ket
		DIA (MM)	BERAT JENIS Kg/m'	Panjang Pot. (m)	Jumlah Btg (Potong)	Total Panjang m		
	<b>CAPING BEAM</b>							
	PANJANG = <b>1,143</b>							
<b>1</b>	<b>B1 (U32)</b> D13-200 	13	1.042	4.16	5,716.43	23,780.35	24,776.39	
<b>2</b>	<b>B2 (U32)</b> D13-200 	13	1.042	0.96	5,716.43	5,487.77	5,717.63	
<b>3</b>	<b>B3 (U32)</b> D13-200 	13	1.042	1.36	5,716.43	7,774.34	8,099.97	

<b>4</b>	<b>B4 (U39)</b>								
	8D-22	12	22	2.984	12.00	818.08	9,817.02	29,292.60	
<b>5</b>	<b>B5 (U39)</b>								
	9D22	12	22	2.984	12.00	920.35	11,044.14	32,954.18	
<b>6</b>	<b>B6 (U39)</b>								
	4D22	12	22	2.984	12.00	409.04	4,908.51	14,646.30	
<b>7</b>	<b>B7 (U32)</b>								
	6D16	12	16	1.578	12.00	613.56	7,362.76	11,620.21	
								<b>127,107.27</b>	

Penulangan Capping Beam terbagi dua yaitu tulangan utama dengan mutu U39 dan tulangan geser dengan mutu U32 sehingga volumenya terdiri dari

$$\text{Volume tulangan U32} = B1 + B2 + B3 + B7$$

$$= 24.776,39 \text{ kg} + 5.717,63 \text{ kg} + 8.099,97 \text{ kg} + 11.620,21 \text{ kg}$$

$$= 50.214,20 \text{ kg}$$

$$\text{Volume tulangan U39} = B4 + B5 + B6$$

$$= 29.292,60 \text{ kg} + 32.954 \text{ kg} + 14.646,30 \text{ kg}$$

$$= 76.893,08 \text{ kg}$$

Volume Beton Lantai Kerja Capping Beam Mutu  $f_c$  10 Mpa

$$(\text{Panjang} \times \text{Jumlah} \times \text{Dimensi})$$

$$= 1.143 \times 2 \times (0,25 \times 0,05)$$

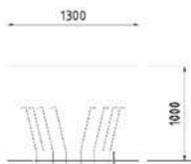
$$= 28,58 \text{ m}^3$$

Volume Beton Capping Beam Mutu  $f_c$  30 Mpa

$$(\text{Panjang} \times \text{Jumlah} \times \text{Dimensi})$$

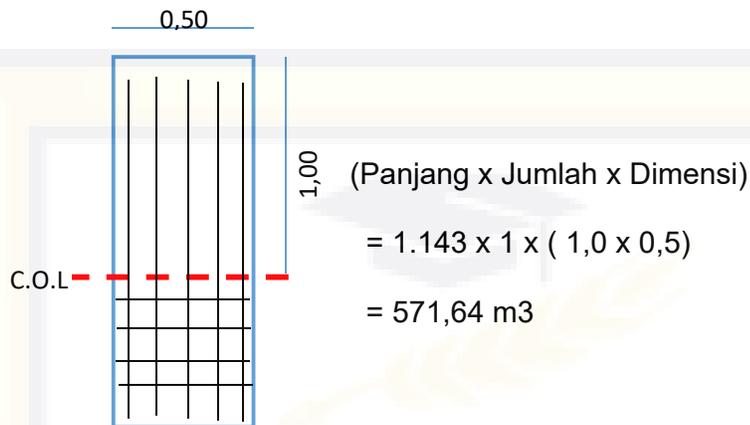
$$= 1.143 \times 1 \times (1,0 \times 1,3)$$

$$= 1.486,27 \text{ m}^3$$



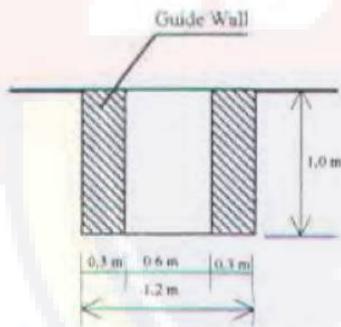
**Gambar 4.4** Potongan Capping Beam

**B. Volume Bongkaran Beton**



**Gambar 4.5** Potongan Bongkaran Beton

**C. Volume Guide Wall (Dinding Pengarah)**



Panjang Keseluruhan Guide Wall =  
 572,75 m

Volume Galian  
 $= 1,2 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 572,75 \text{ m} = 687,3 \text{ m}^3$

Volume Pembesian  
 $= (0,3 \text{ m} \times 1,0 \times 572,75 \text{ m} \times 81 \text{ kg/m}^3) \times 2$   
 $= 27,835 \text{ kg}$

**Gambar 4.6** Potongan Guide Wall

Volume Bekisting  
 $= (1,0 \text{ m} \times 572,75 \text{ m}) \times 2 = 1145,5 \text{ m}^2$

Volume Beton Cor  
 $= (0,3 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 572,75 \text{ m}) \times 2$   
 $= 343,65 \text{ m}^3$

#### D. Volume Diaphragm Wall

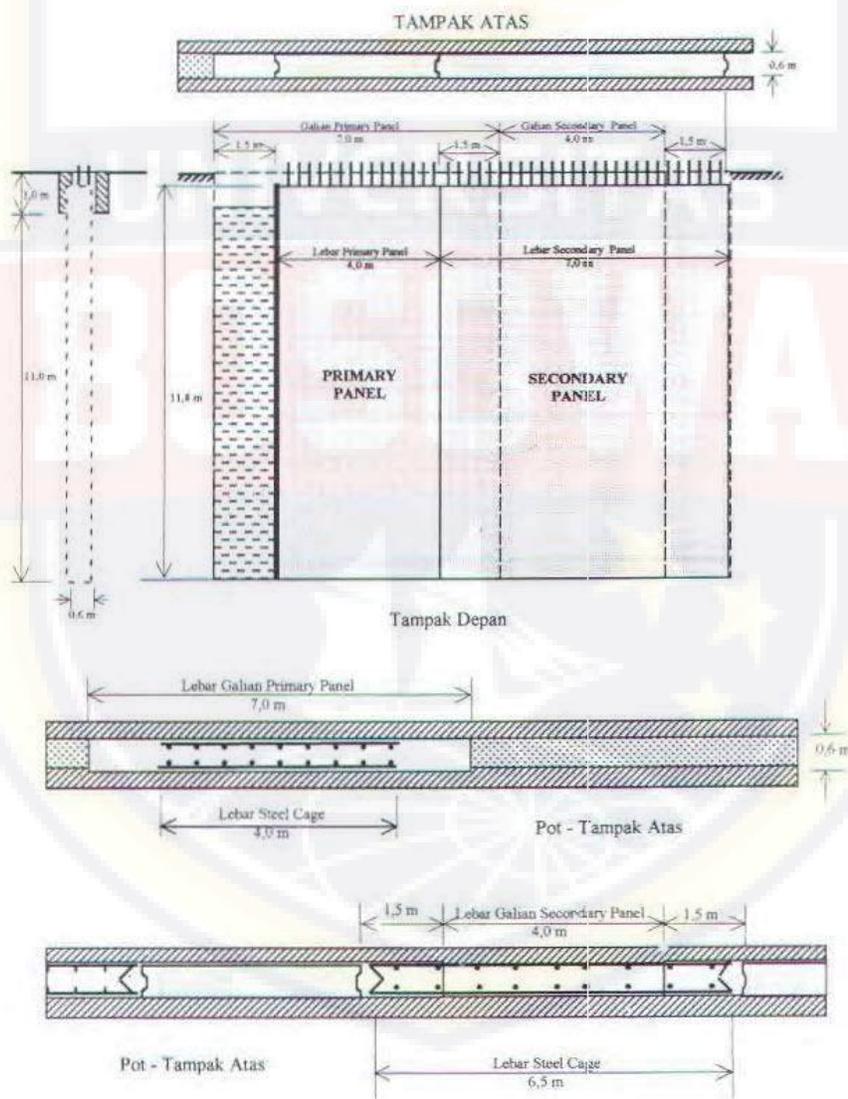
Panjang Keseluruhan Diaphragm Wall = 3.794 m

Volume Pembesian

$$= 0,6 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} \times 3.794 \text{ m} : 10 \times 320 \text{ Kg/ m}^3$$

$$= 364.224 \text{ Kg} \times 2 \text{ (sisi)}$$

$$= 728.448 \text{ kg}$$



**Gambar 4.7** Ukuran Konstruksi Diaphragm Wall

Perhitungan volume masing- masing pekerjaan dapat dilihat pada tabel dibawah ini

**Tabel 4.5** Volume Diaphragma Wall (*Sumber : Analisis Data*)

No.	ITEM PEKERJAAN	VOLUME DIAPHRAGMA WALL
1	Pekerjaan galian guide wall	687,3 m <sup>3</sup>
2	Pekerjaan Guide Wall	
	Pembesian	27.835 m <sup>3</sup>
	Bekisting	1145,5
	Volume Beton Cor	343,65 m <sup>3</sup>
3	Jumlah Panel Diaphragma	572,75 m : 10 = 58 Panel
4	CWS	2 x 58 = 116 bh
5	Total Panjang Diaphragma	3.794 m
6	Volume Pembesian Diaphragma	= 0,6 m x 5, 0 m x 3.794 m : 10 x 320 Kg/m <sup>3</sup>
	(ratio 320kg/m <sup>3</sup> )	= 364.224 Kg x 2 (sisi)
		= 728.448 Kg

#### 4.3.2 Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Langkah awal perhitungan analisa harga satuan pekerjaan adalah menentukan nilai koefisien pengali, harga material, upah pekerja dan harga sewa peralatan untuk setiap kegiatan pekerjaan. Nilai koefisien sangat dipengaruhi oleh Volume pekerjaan, kemampuan produktivitas, kebutuhan tenaga kerja, alat dan harga material setiap kegiatan pekerjaan dalam satu hari kerja. Sedangkan angka produktivitas dipengaruhi oleh kemampuan tenaga kerja, peralatan, dan metode pelaksanaan pekerjaan yang diterapkan dilapangan.

Pada Tinjauan Penelitian ini, harga material, upah pekerja, sewa peralatan dan angka produktivitas didapat dari PT. Adhi Karya dan PT. Wijaya Karya atau disebut PT. Adhi Karya (JO) – PT. Wijaya Karya, selaku pembuat dan pelaksana proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar. Perhitungan analisa harga satuan dinding Diaphragma ditampilkan dalam bentuk tabel dibawah ini

**Tabel 4.6** Analisa harga satuan Baja Tulangan Capping Beam (*Sumber : Analisis Data*)

<b>ANALISA HARGA SATUAN</b>					
Jenis Pekerjaan		: Baja tulangan U32 Ulir			
Satuan / Unit		: Kg			
No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	0.0550	12,500.00	687.50
	Tukang	Jam	0.0117	17,142.86	200.00
	Mandor	Jam	0.0117	18,571.43	216.67
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>1,104.17</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Baja Tulangan (Ulir) D32	Kg	1.050	7,470.00	7,843.50
	Kawat Beton (bendrat)	Kg	0.020	17,200.00	344.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>8,187.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Bar Binder	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
	Bar Cutter	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>74.94</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>9,366.61</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		468.33
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		468.33
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>936.66</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>10,303.27</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>10,303.00</b>

**Tabel 4.7** Analisa harga satuan lantai kerja capping beam (Sumber : Analisis Data)

<b>ANALISA HARGA SATUAN</b>					
Jenis Pekerjaan		: Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja			
Satuan / Unit		: M3			
No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	1.3654	12,500.00	17,067.50
	Tukang	Jam	1.3654	17,142.86	23,406.86
	Mandor	Jam	0.6827	18,571.43	12,678.71
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>53,153.07</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Semen / PC (50kg)	Zak	4.5600	60,600.00	276,336.00
	Pasir Beton	M3	0.4550	126,300.00	57,466.50
	Batu pecah	M3	0.8450	267,700.00	226,206.50
	Kayu Bekisting	M3	0.1050	1,565,500.00	164,377.50
	P a k u	Kg	1.2000	17,000.00	20,400.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>744,786.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Concrete Vibrator	Jam	0.040	22,500.00	900.00
	Water Tank Truck	Jam	0.040	275,000.00	11,000.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>11,900.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>809,839.57</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		40,491.98
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		40,491.98
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>80,983.96</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>890,823.53</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>890,823.00</b>

**Tabel 4.8** Analisa harga satuan beton capping beam (Sumber : Analisis Data)

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	0.8032	12,500.00	10,040.00
	Tukang	Jam	1.8072	17,142.86	30,980.57
	Mandor	Jam	0.1004	18,571.43	1,864.57
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>42,885.14</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Beton Ready Mix K-350	M3	1.0500	858,500.00	901,425.00
	Multipleks 12 mm	Lbr	0.4514	131,300.00	59,267.36
	Kayu Bekisting	M3	0.2084	1,565,500.00	326,250.20
	P a k u	Kg	3.3600	17,000.00	57,120.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>1,344,062.56</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Concrete Vibrator	Jam	0.040	22,500.00	900.00
	Water Tank Truck	Jam	0.040	275,000.00	11,000.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>11,900.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>1,398,847.70</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5% $\times$ Sub jumlah (I+II+III)	69,942.39
	- Keuntungan			5% $\times$ Sub jumlah (I+II+III)	69,942.39
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>139,884.77</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>1,538,732.47</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>1,538,732.00</b>

**Tabel 4.9** Analisa harga satuan bongkaran beton (Sumber : Analisis Data)

<b>ANALISA HARGA SATUAN</b>					
Jenis Pekerjaan		: Pembongkaran beton			
Satuan / Unit		: M3			
No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	3.9063	12,500.00	48,828.13
	Mandor	Jam	1.3020	18,571.43	24,180.00
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>73,008.13</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>-</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Air Compressor	Jam	1.3333	236,000.00	314,666.67
	Jack Hammer	Jam	1.3333	45,000.00	60,000.00
	Wheel Loader	Jam	0.0101	275,000.00	2,777.50
	Dump Truck, 3-4 M3	Jam	0.2683	275,000.00	73,782.50
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>451,226.67</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>524,234.79</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5% x Sub jumlah (I+II+III)		26,211.74
	- Keuntungan		5% x Sub jumlah (I+II+III)		26,211.74
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>52,423.48</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>576,658.27</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>576,658.00</b>

**Tabel 4.10** Analisa harga satuan Guide Wall Dinding Diaphragma (Sumber : Analisis Data)

NO	URAIAN	SAT	KOEF	HARGA SATUAN	JUMLAH
<b>Penggalian (m3)</b>					
1	Excavator + Operator	unit	0.025	550,000	13,750
2	Tukang Gali	org	0.075	25,000	1,875
<b>Pengangkutan Hasil Galian (m3)</b>					
3	Dump Truck + Operator	unit	0.05	550,000	27,500
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>43,125</b>
<b>Pabrikasi Pembesian GW (kg)</b>					
1	Bar Bender	unit	0.0019	20,000	38
2	Bar Cutter	unit	0.0019	20,000	38
3	Mandor	unit	0.0117	18,571	217
4	Tukang Pembesian	org	0.0117	17,143	201
5	Pekerja	org	0.055	12,500	688
6	Besi Beton	kg	1.05	7,470	7,844
7	Kawat Beton	kg	0.02	17,200	344
<b>Instalasi Pembesian GW (kg)</b>					
8	Tukang Pembesian	org	0.0117	18,571	217
9	Pekerja	org	0.055	12,500	688
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>10,274</b>
<b>Bekisting Guide Wall (m2)</b>					
1	Foreman	org	0.02	35,000	700
2	Tukang Kayu	org	0.1	25,000	2,500
3	Pekerja	org	0.06	17,500	1,050
4	Material Bekisting	M3	0.1	600,000	60,000
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>64,250</b>
<b>Pengecoran Beton Guide Wall (m3)</b>					
1	Vibrator	unit	0.03333	50,000	1,667
2	Submersible Pump	unit	0.01667	83,333	1,389
3	Foreman	org	0.01677	35,000	587
4	Tukang Batu	org	0.03333	25,000	833
5	Pekerja	org	0.16687	17,500	2,920
6	Beton K-125	M3	0.553	671,700	371,450
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>378,846</b>
<b>Pembongkaran Bekisting GW (m2)</b>					
1	Tukang Kayu	org	0.03	25,000	750
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>750</b>
<b>Perawatan Beton GW (m3)</b>					
1	Pekerja	org	0.11667	17,500	2,042
				<b>Harga Sat Pek/m3</b>	<b>2,042</b>

**Tabel 4.11** Analisa harga satuan Dinding Diaphragma (*Sumber : Analisis Data*)

<b>ANALISA HARGA SATUAN</b>					
Jenis Pekerjaan		: Penggalan dan Pemasangan Diaphragma Wall			
Satuan / Unit		: M1			
No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	5.0000	12,500.00	62,500.00
	Tukang	Jam	2.5000	17,142.86	42,857.14
	Kepala Tukang	Jam	0.5000	17,857.14	8,928.57
	Mandor	Jam	0.2500	18,571.43	4,642.86
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>118,928.57</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	CWS	bh	4.222	250,000.00	1,055,500.00
	Bentonite Slurry	M3	1.000	190,150.00	190,150.00
	Beton Ready Mix K-350	M3	1.050	858,500.00	901,425.00
	Additive	Ltr	5.000	80,000.00	400,000.00
	Anchorage	buah	4.000	35,400.00	141,600.00
	Kawat Bendrat	Kg	0.100	17,200.00	1,720.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>2,690,395.00</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Mixing Plant (+operator)	Jam	0.212	150,000.00	31,815.00
	Mission Pump (+operator)	Jam	0.424	130,000.00	55,146.00
	Tangki	Jam	0.424	50,000.00	21,210.00
	Excavator, 0.93 M3	Jam	0.018	480,000.00	8,848.00
	Crane / Mobile / Crawler	Jam	1.000	550,000.00	550,000.00
	Grab Machine	Jam	1.000	5,750,000.00	5,750,000.00
	Concrete Vibrator	Jam	0.500	22,500.00	11,250.00
	Dump Truck, 10 Ton	Jam	0.200	350,000.00	70,000.00
	Pompa Air / Water Pump	Jam	1.000	45,000.00	45,000.00
	Welding Set	Jam	2.540	52,000.00	132,080.00
	Casing	m2	2.540	321,500.00	816,610.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>7,491,959.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>10,301,282.57</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5%xSub jumlah (I+II+III)	515,064.13
	- Keuntungan			5%xSub jumlah (I+II+III)	515,064.13
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>1,030,128.26</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>11,331,410.83</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>11,331,411.00</b>

### 4.3.3 Perhitungan Analisa Biaya

Setelah Perhitungan harga satuan pekerjaan dinding diaphragma didapatkan, maka disusunlah rencana analisa anggaran biaya pelaksanaan. Seperti pada tabel dibawah

**Tabel 4.12** Anggaran Biaya Diafraghm Wall (*Sumber : Analisis Data*)

Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>I. UMUM</b>					
1.1	Mobilisasi	LS	1.000	191,437,500.00	191,437,500.000
1.2	Manajemen Mutu	LS	1.000	36,750,000.00	36,750,000.000
1.3	Pengamanan Lingkungan	LS	1.000	31,340,000.00	31,340,000.000
1.4	Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	329,900,000.00	329,900,000.000
1.5	Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M1	60.000	1,050,000.00	63,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>652,427,500.000</b>
<b>II. STRUKTUR</b>					
2.1	Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam	M3	1,486.272	1,538,732.00	2,286,973,979.358
2.2	Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja	M3	28.582	890,823.00	25,461,636.609
2.3	Baja tulangan U32 Ulir	Kg	50,214.195	10,303.00	517,356,854.707
2.3 (1)	Baja tulangan U32 Ulir (Diafraghm wall)	Kg	728,448.000	10,303.00	7,505,199,744.000
2.4	Baja tulangan U39 Ulir	Kg	76,893.077	10,303.00	792,229,371.338
2.7	Pembongkaran beton	M3	571.643	576,658.00	329,642,509.094
2.8	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian Guide Wall	M3	687.300	43,125.00	29,639,812.500
2.9	Fabrikasi dan Instalasi Pembesian Guide Wall	Kg	27,835.000	10,273.64	285,966,850.790
2.10	Pembuatan dan Pembongkaran Bekisting Guide Wall	M2	1,145.500	64,250.00	73,598,375.000
2.11	Pengecoran Beton dan Perawatan Guide Wall	M3	343.650	380,887.91	130,892,130.653
2.12	Penggalian dan Pemasangan Diaphragma Wall	M1	3,794.000	11,331,411.00	42,991,373,334.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>54,968,334,598.049</b>
<b>III. FINISHING</b>					
3.1	Lain - Lain (Pembersihan Lokasi Kerja)	LS	1	25000000	25,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>25,000,000.000</b>
<b>JUMLAH HARGA TOTAL</b>					<b>55,645,762,098.049</b>

#### **4.4 Analisa Perbandingan Pekerjaan**

Analisa perbandingan pekerjaan metode Diaphragma Wall dan metode Secant Pile dengan tinjauan sepanjang 572,75 m' pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar

Adapun beberapa tinjauan analisa perbandingannya antara lain sebagai berikut :

1. Biaya Pelaksanaan
2. Metode Pelaksanaan

##### **4.4.1. Perbandingan Biaya Pelaksanaan**

Pada setiap pekerjaan faktor utama yang sangat diperhitungkan adalah besarnya biaya yang dikeluarkan. Sehingga dibutuhkan pemikiran pemilihan alternative pekerjaan yang membutuhkan biaya seminimal mungkin dengan mutu pekerjaan yang terbaik.

Adapun biaya pelaksanaan pembangunan dinding diaphragma dan secant pile pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.13** Anggaran Biaya Diafraghm Wall (*Sumber : Analisis Data*)

Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>I. UMUM</b>					
1.1	Mobilisasi	LS	1.000	191,437,500.00	191,437,500.000
1.2	Manajemen Mutu	LS	1.000	36,750,000.00	36,750,000.000
1.3	Pengamanan Lingkungan	LS	1.000	31,340,000.00	31,340,000.000
1.4	Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	329,900,000.00	329,900,000.000
1.5	Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M1	60.000	1,050,000.00	63,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>652,427,500.000</b>
<b>II. STRUKTUR</b>					
2.1	Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam	M3	1,486.272	1,538,732.00	2,286,973,979.358
2.2	Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja	M3	28.582	890,823.00	25,461,636.609
2.3	Baja tulangan U32 Ulir	Kg	50,214.195	10,303.00	517,356,854.707
2.3 (1)	Baja tulangan U32 Ulir (Diafraghm wall)	Kg	728,448.000	10,303.00	7,505,199,744.000
2.4	Baja tulangan U39 Ulir	Kg	76,893.077	10,303.00	792,229,371.338
2.7	Pembongkaran beton	M3	571.643	576,658.00	329,642,509.094
2.8	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian Guide Wall	M3	687.300	43,125.00	29,639,812.500
2.9	Fabrikasi dan Instalasi Pemesian Guide Wall	Kg	27,835.000	10,273.64	285,966,850.790
2.10	Pembuatan dan Pembongkaran Bekisting Guide Wall	M2	1,145.500	64,250.00	73,598,375.000
2.11	Pengecoran Beton dan Perawatan Guide Wall	M3	343.650	380,887.91	130,892,130.653
2.12	Penggalian dan Pemasangan Diaphragma Wall	M1	3,794.000	11,331,411.00	42,991,373,334.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>54,968,334,598.049</b>
<b>III. FINISHING</b>					
3.1	Lain - Lain (Pembersihan Lokasi Kerja)	LS	1	25,000,000	25,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>25,000,000.000</b>
<b>JUMLAH HARGA TOTAL</b>					<b>55,645,762,098.049</b>

**Tabel 4.14** Anggaran Biaya Secant Pile (*Sumber : Analisis Data*)

Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>I. UMUM</b>					
1.1	Mobilisasi	LS	1.000	191,437,500.00	191,437,500.000
1.2	Manajemen Mutu	LS	1.000	36,750,000.00	36,750,000.000
1.3	Pengamanan Lingkungan	LS	1.000	31,340,000.00	31,340,000.000
1.4	Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	329,900,000.00	329,900,000.000
1.5	Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M1	60.000	1,050,000.00	63,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>652,427,500.000</b>
<b>II. STRUKTUR</b>					
2.1	Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam	M3	1,486.272	1,538,732.00	2,286,973,979.358
2.2	Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja	M3	28.582	890,823.00	25,461,636.609
2.3	Baja tulangan U32 Ulir	Kg	50,214.195	10,303.00	517,356,854.707
2.4	Baja tulangan U39 Ulir	Kg	76,893.077	10,303.00	792,229,371.338
2.5	Tiang Bor Beton ukuran dia. 800 mm utk primary pile K-350	M1	12,706.000	2,837,484.00	36,053,071,704.000
2.6	Tiang Bor Beton ukuran dia. 800 mm utk secondary pile K-175	M1	8,312.000	1,527,461.00	12,696,255,832.000
2.7	Pembongkaran beton	M3	914.629	576,658.00	527,428,014.550
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>52,898,777,392.563</b>
<b>III. FINISHING</b>					
3.1	Lain - Lain (Pembersihan Lokasi Kerja)	LS	1	25,000,000	25,000,000.000
<b>JUMLAH HARGA</b>					<b>25,000,000.000</b>
<b>JUMLAH HARGA TOTAL</b>					<b>53,576,204,892.563</b>

**Tabel 4.15** Perbandingan Biaya Pelaksanaan

NO	URAIAN	Secant Pile	Diaphragma Wall
1	Biaya Pelaksanaan	<b>Rp.53,576,204,892.563</b>	<b>Rp. 55,645,762,098.049</b>

Ditinjau dari biaya pelaksanaan, Metode Secant Pile Lebih murah dari metode Diaphragma Wall karena beberapa faktor diantaranya adalah Metode dinding diaphragma relatif mahal, karena harga sewa grab machine cukup besar, biaya pengadaan besi cukup banyak dan menggunakan mutu beton yang sama dibandingkan dengan secant pile yang relatif murah, harga sewa alat borepile cukup murah karena sudah cukup banyak, tidak menggunakan besi yang banyak dan dapat menggunakan mutu beton yang berbeda antara secondary pile dan primary pile

Walaupun Metode Diaphragma Wall lebih mahal akan tetapi pada metode diaphragma wall memiliki beberapa kelebihan dibanding metode secant pile diantaranya yaitu ; metode diaphragma wall stabil dalam menahan gaya lateral yang timbul akibat beban lalu lintas dan tekanan tanah aktif, dari segi durabilitas diaphragma wall memiliki kemungkinan kecil defleksi terhadap kebocoran sedangkan dari dampak terhadap lingkungan metode dinding diaphragma wall tidak menimbulkan kebisingan pada saat pelaksanaan pengeboran dibandingkan dengan metode secant pile.

#### 4.4.2 Perbandingan Metode Pelaksanaan

Perencanaan awal untuk melakukan suatu pekerjaan adalah pemilihan metode pelaksanaan yang tepat agar pekerjaan mudah, cepat dan murah biaya pelaksanaannya. Tinjauan perbandingan pembangunan dinding diaphragma dan secant pile pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar antara lain adalah sebagai berikut :

1. *Kemudahan pelaksanaan :*

Pelaksanaan pembuatan dan pengecoran panel dinding diaphragma lebih sulit dibandingkan cor setempat pada secant pile, karena diperlukan ketelitian khusus pada saat install besi maupun proses pemasangan CWS kedalam lubang galian dan juga metode diaphragma wall membutuhkan guide wall sebagai acuan kelurusan dalam pengeboran, sedangkan pada secant pile tidak menggunakan guide wall

2. *Kebutuhan tenaga kerja :*

Kebutuhan tenaga kerja pada metode secant pile lebih sedikit dibandingkan pada metode diaphragma wall, karena metode diaphragma wall membutuhkan tenaga kerja tambahan pada perakitan besi dan pembuatan guide wall. Sedangkan Secant Pile hanya membutuhkan tenaga kerja pada saat pengecoran.

### 3. Hasil :

Dinding diaphragma yang dihasilkan dengan mutu yang baik, karena pembuatan panel menggunakan peralatan khusus dan melalui pengontrolan yang ketat pada saat pengecoran walaupun masih dilakukan pekerjaan finishing berupa penerapan yang dilakukan secara manual oleh tenaga kerja sedangkan secant pile hasil pengecoran tidak rata dan memungkinkan runtuhnya dinding tanah karena tidak ditambahkan campuran pasir dan bentonite.

Dari beberapa tinjauan metode pelaksanaan diatas, maka dapat ditentukan bahwa penggunaan Metode Secant Pile lebih menguntungkan dibandingkan Metode Diaphragma Wall.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian studi perbandingan terhadap analisa biaya pelaksanaan konstruksi dinding diaphragma pada proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Evaluasi terhadap biaya pelaksanaan adalah :

a. Metode Diaphragma Wall = Rp. 55.645.762.098,049

b. Metode Secant Pile = Rp. 53.576.204.892,563

Metode Secant Pile mempunyai biaya pelaksanaan lebih murah dari pada Metode Diaphragma Wall

2. Evaluasi terhadap metode pelaksanaan adalah :

a. Pada pekerjaan penggalian dan pembuatan dinding diaphragma sistem Cor Setempat dibedakan antara tahap primary dan secondary yang membutuhkan pemasangan CWS sebagai bekisting pada saat pengecoran panel, sedangkan pada sistem Secant Pile tidak ada. Sehingga waktu pelaksanaan sistem Secant Pile lebih cepat.

- b. Pada Metode Diaphragma Wall terdapat pekerjaan pabriksi pembesian yang dikerjakan setelah pekerjaan pembesian guide wall selesai. Sehingga menyebabkan waktu pelaksanaan Metode Secant Pile lebih cepat.

## **5.2 Saran**

1. Didalam pemilihan alternatif sistem pelaksanaan pembangunan dinding diaphragma pada proyek Underpass Simpang Mandai Makassar dengan lokasi yang sempit dan lalu-lintas yang sangat padat sebaiknya tidak hanya mengutamakan perhitungan biaya pelaksanaan dan kemudahan pelaksanaan, akan tetapi juga harus memperhitungkan kecepatan waktu pelaksanaan pekerjaan, karena semakin cepat fasilitas tersebut difungsikan maka kepadatan lalu-lintas dapat segera teratasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggara Hayan, 2005 Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT
- Ari Sandyavetri, 2008 Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi
- ASCE, 1999, Journal of Construction Engineering and Managemen, Vol July Agustus.
- Callahan M.T, Queckenbush D.G., Rowings J.E., 1992, *Construction Project Scheduling*, Mc Graw-Hill, United States of America.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1994, *Manajemen Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Seri : A, B, C, Jakarta.*
- Frank Harris, *Modern Construction And Ground Engineering Equipment And Methods Second Edition*, Longman Scientific & Technical, University of Wolverhampton, England.
- Handrickson, C. and Au, T., 1989, *Project Management for Construction*, Prentice Hall, New Jersey.
- INDOPORA PT. (Indonesia Pondasi Raya), 1997, Bahan Sajian Seminar Sehari Universitas Kristen Maranatha, Bandung, hal. I-1
- Ir. Abrar Husen, MT, 2009, 2011 "Manajemen Proyek", Edisi II, Andi,- Jakarta.
- Labombang, Mastura. 2011. "Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi". Jurnal SMARTek, Vol. 9, No. 1: 39-46.
- Mulyahati, Fretti. 2012. Definisi Manajemen Proyek. <http://manproimam.blogspot.com/2012/01/definisi-manajemen-proyek.html>.
- Paulus Nugraha, Ishak Natan, R. Sujipto, 1986, *Manajemen Proyek Konstruksi jilid 2*, Penerbit Kartika Yudha, Jakarta.
- Soeharto, Iman. 2001. Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional. Jilid 2. Edisi ke-2. Jakarta: Erlangga.
- Teguh Yudha Kusumah dan Silvia Kusuma Wardhani, 2008, Optimasi Waktu dan Biaya pada Jaringan Kerja Critical Path Method (CPM) dan Preceden Diagram Method (PDM)

### III. LOKASI PROYEK



ADHI – WIKA, JO  
(Joint Operation)

PEMBANGUNAN UNDERPASS  
SIMPANG MANDAI MAKASSAR



Lampiran 1 :

Tabel Kebutuhan Alat dan Material

No	Kebutuhan		Metode Pelaksanaan			
	Peralatan (A)	Material Pendukung (B)	Diafraghm Wall		Secant Pile	
			(A)	(B)	(A)	(B)
1	Mobile Crane / Crawler Crane	Beton Fc' 10 Mpa	√	√	√	
2	Grab Machine	Beton Fc' 15 Mpa	√			√
3	Bore Machine	Beton Fc' 30 Mpa		√	√	√
4	Guide Wall	Concrete Sheet Pile (CSP)	√		√	
5	Pipa Tremie	Baja Tulangan U - 32	√	√	√	
6	Ultrasonic Sounding	Baja Tulangan U - 39	√	√		
7	Mixer Truck	Additive - Bentonite	√	√		
8	Casing	Additive - Sika LN	√		√	√
9	Drilling Bucket	Air		√	√	
10	Auger	Pasir		√	√	
11	Dump Truck		√		√	
12	Las Machine		√		√	
13	Vibro Hammer					
14	Water Pump		√			
15	Bar Cutter		√		√	
16	Bar Bender		√		√	
17	Excavator		√		√	

**BOSOWA**



**LAMPIRAN 2 :**

**Tabel Lump Sum Pekerjaan Umum**

JENIS PEKERJAAN : Manajemen Mutu SATUAN PEMBAYARAN : Lump Sum					
No.	URAIAN	SATUAN	PERKIRAAN KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A.</b>	<b>DATA DAN ASUMSI</b>				
1	Tidak ada pengadaan peralatan pengujian mutu dan perlengkapan perangkat alat tulis dan kantor				
2	Hanya Jasa Pengendalian Mutu Pekerjaan dilapangan selama masa pelaksanaan pekerjaan				
3	Personil melakukan pengendalian mutu berdasarkan spesifikasi pekerjaan dan membuat laporan mutu pekerjaan				
4	Manajemen Mutu sesuai ketentuan Ditjen Bina Marga				
<b>B.</b>	<b>URUTAN KERJA</b>				
1	Penyedia setelah menerima SPMK mengusulkan personil Tenaga Ahli Mutu Pekerjaan sbg Manajer Kendali Mutu				
2	Tenaga Ahli dibantu oleh Asisten Kendali Mutu yang berpengalaman dibidangnya dan tenaga pendukung				
3	Membuat RMK dan laporan mutu yg disetujui PPK				
4	Melakukan pengendalian mutu semua pekerjaan dan membuat laporan secara berkala				
<b>C.</b>	<b>TENAGA / PERSONIL</b>				
	Masa Pelaksanaan Pekerjaan	Bulan	3.00		
1	Ahli Kendali Mutu	OB	3.00	6,000,000.00	18,000,000.00
2	Asisten Ahli Kendali Mutu	OB	3.00	3,500,000.00	10,500,000.00
3	Staff Pendukung (supporting Staff)	OB	3.00	2,500,000.00	7,500,000.00
4	Laporan Kendali Mutu	Bulan	3.00	250,000.00	750,000.00
<b>D</b>	<b>TOTAL BIAYA PENGENDALIAN MUTU</b>				<b>36,750,000.00</b>

JENIS PEKERJAAN : Pengamanan Lingkungan  
 SATUAN PEMBAYARAN : Lump Sum

No.	U R A I A N	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A.</b>	<b>DATA DAN ASUMSI</b>				
1	Kegiatan yang dilakukan, pengukuran baku mutu air tanah dan air permukaan, baku mutu udara dan kebisingan				
2	Pengambilan sampel	Titik	1.00		
3	Lokasi pengambilan sampel : Basecamp, daerah pemukiman dan daerah Quarry				
<b>B.</b>	<b>URUTAN KERJA</b>				
1	Penyedia menyiapkan perlengkapan pengujian lingkungan (air, udara dan kebisingan)				
2	Buat rencana kerja pengujian lingkungan sesuai schedule pekerjaan dan koordinasikan dengan seluruh personil yang terkait				
3	Pemilihan lokasi pengujian				
4	Melaksanakan pengujian				
<b>C.</b>	<b>PENGUJIAN PARAMETER KUALITAS LINGKUNGAN</b>				
1	Uji Udara Emisi dan Ambien, parameter yang diambil meliputi				
	- NOX Metode Phenol Disulonic Acid (PDS)	sampel	1.00	197,000.00	197,000.00
	- Sulfurdioksida (SOX) Metode Turbidimetrik	sampel	1.00	210,000.00	210,000.00
	- Karbondioksida (CO2) Metode Infra Merah	sampel	1.00	250,000.00	250,000.00
	- Hidro Carbon (HC)-CH4 Metode Gas Chromatography-Flame Ionized D	sampel	1.00	230,000.00	230,000.00
	- Particulate Matter10 (PM10)	sampel	1.00	213,000.00	213,000.00
	- Timah Hitam (Pb) Metode SSA	sampel	1.00	192,000.00	192,000.00
2	Pengukuran Kebisingan , parameter yang diambil meliputi :				
	- Vibrasi lingkungan untuk kenyamanan dan kesehatan	sampel	1.00	480,000.00	480,000.00
	- Emisi bising kendaraan bermotor secara statis	sampel	1.00	750,000.00	750,000.00
3	Pengukuran Kualitas Air, parameter yang diambil meliputi :				
	- pH Metode Elektrometik	sampel	1.00	10,000.00	10,000.00
	- Oksigen Terlarut (DO) Metode Winkler	sampel	1.00	40,000.00	40,000.00
	- Zat Padat Terlarut (TDS) Metode Gravimetrik	sampel	1.00	55,000.00	55,000.00
	- Zat Padat Tersuspensi (TSS) Metode Gravimetrik	sampel	1.00	55,000.00	55,000.00
	- Biological Oxygen Demand (BOD) Metode Inkubasi-Winkler	sampel	1.00	150,000.00	150,000.00
	- Chemical Oxygen Demand (COD) Metode Spektrofotometrik	sampel	1.00	80,000.00	80,000.00
	- Coliform Metode Petrifilm	sampel	1.00	200,000.00	200,000.00
	- E. Coli Metode Most Probably Number	sampel	1.00	128,000.00	128,000.00
	- Destruksi Pb, Cu, Cd, Zn, Mn, Ag, Co, Cr tot, Fe, Ni	sampel	1.00	90,000.00	90,000.00
	- Temperatur (Suhu) Metode Termometrik	sampel	1.00	10,000.00	10,000.00
D	Biaya Operasional				
	Biaya peralatan	Ls	1.00	7,500,000.00	7,500,000.00
	Personil	Ls	1.00	15,000,000.00	15,000,000.00
	Transportasi	Ls	1.00	5,500,000.00	5,500,000.00
<b>D</b>	<b>TOTAL BIAYA PENGAMANAN LINGKUNGAN</b>				<b>31,340,000.00</b>

JENIS PEKERJAAN : Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas  
 SATUAN PEMBAYARAN : Lump Sum

No.	U R A I A N	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
<b>A.</b>	<b>DATA DAN ASUMSI</b>				
1	Panjang Lokasi Pekerjaan	KM	0.50		
2	Total Masa Pelaksanaan Kegiatan	Bulan	3.00		
3	Masa Mobilisasi	Bulan	2.00		
5	Panjang zona kerja Perkerasan Jalan	M	1,000.00		
<b>B.</b>	<b>URUTAN KERJA</b>				
1	Penyedia menyiapkan perlengkapan keselamatan jalan selama periode konstruksi sesuai ketentuan				
2	Buat rencana kerja manajemen lalu-lintas sesuai schedule pekerjaan dan koordinasikan dengan seluruh personil yang terkait				
3	Kelompok kerja pengatur lalu-lintas selama konstruksi menggunakan tenaga pengatur dan flagman dengan 3 shift				
4	Pengalihan arus lalu-lintas harus ijin PPK dan pihak terkait				
5	Semua rambu harus jelas dan terbaca oleh Pengguna Jalan				
<b>C.</b>	<b>PERALATAN KESELAMATAN LALU LINTAS</b>				
1	Rambu panah berkedip	Buah			
2	Rambu suar berkedip portabel	M'			
3	Rambu tetap informasi pengalihan/pengaturan lalu lintas	Buah			
4	Rambu portabel informasi pengalihan/pengaturan lalu lintas	Buah			
5	Rambu penghalang lalu-lintas jenis plastik	Buah	50.00	1,000,000.00	50,000,000.00
6	Rambu penghalang lalu-lintas jenis beton	Buah	13.00	650,000.00	8,450,000.00
7	Rambu Peringatan	Buah	4.00	150,000.00	600,000.00
8	Rambu Petunjuk	Buah	4.00	150,000.00	600,000.00
9	Pagar Proyek t = 2 M	M'	1,000.00	250,000.00	250,000,000.00
10	Marka jalan sementara (jika diperlukan)	M2			-
11	Lampu Rotary	Buah	5.00	350,000.00	1,750,000.00
12	Alat Bantu	Ls			-
<b>D.</b>	<b>TENAGA / PERSONIL</b>				
1	Pekerja (Flagman)	OB	8.00	2,000,000.00	16,000,000.00
2	Koordinator / Pengatur	OB	1.00	2,500,000.00	2,500,000.00
<b>E</b>	<b>TOTAL BIAYA MANAJEMEN DAN KESELAMATAN LALU LINTAS</b>				<b>329,900,000.00</b>

LAMPIRAN 3

**DAFTAR**

**HARGA DASAR SATUAN UPAH**

No.	U R A I A N	SATUAN	HARGA SATUAN ( Rp. )	KETERANGAN UPAH / HARI ( Rp. )
1.	Mandor	Jam	18,571.43	130,000.00
2.	Kepala Tukang	Jam	17,857.14	125,000.00
3.	Tukang	Jam	17,142.86	120,000.00
4.	Pekerja	Jam	12,500.00	87,500.00
5.	Operator	Jam	17,142.86	120,000.00
6.	Pembantu Operator	Jam	12,500.00	87,500.00
7.	Mekanik	Jam	17,142.86	120,000.00
8.	Pembantu Mekanik	Jam	12,500.00	87,500.00
9.	Surveyor	Jam	20,000.00	140,000.00
10.	Pembantu Surveyor	Jam	12,500.00	87,500.00
11.	Sopir	Jam	17,142.86	120,000.00



**DAFTAR  
HARGA DASAR SATUAN BAHAN**

No.	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1	Pasir Pasang	M3	126,300.00	
2	Pasir Beton	M3	126,300.00	
3	Pasir Urug	M3	111,100.00	
4	Batu Kali	M3	126,300.00	
5	Batu pecah	M3	267,700.00	
6	Semen / PC (50kg)	Zak	60,600.00	
7	Semen / PC (kg)	Kg	1,212.00	
8	Besi Beton	Kg	7,470.00	
9	Kawat Beton (bendrat)	Kg	17,200.00	
10	Baja Tulangan U24	Kg	7,470.00	
11	Baja Tulangan (Ulir) D32	Kg	7,470.00	
12	Beton Ready Mix K-125	M3	631,300.00	
13	Baja Struktur	Kg	11,100.00	
22	Baja Tulangan (Polos)	Kg	7,470.00	
23	Baja Tulangan (Ulir) D39	Kg	7,470.00	
24	Baja Tulangan (Ulir) D48	Kg	7,470.00	
25	Concrete Sheet Pile	M	890,000.00	
26	Anchorage	buah	35,400.00	
27	Bahan Modifikasi	Kg	1,000.00	
28	Beton Ready Mix K-250	M3	696,900.00	
29	Beton Ready Mix K-175	M3	671,700.00	
31	Beton Ready Mix K-350	M3	858,500.00	
32	Oxygen	Botol	115,900.00	
33	Pipa Galvanis Dia 3"	M	94,000.00	
34	Pipa Galvanis Dia 2"	M	58,700.00	
35	Curing Compound	Ltr	38,900.00	
36	Additive	Ltr	80,000.00	
37	Casing	M2	321,500.00	
38	Alat Bantu	set	57,600.00	
39	Bentonite Slurry	M3	190,150.00	

**DAFTAR  
HARGA DASAR SATUAN ALAT**

No.	Jenis Alat	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)	Keterangan
1	Excavator, 0.93 M3	Jam	480,000.00	
2	Dump Truck, 10 Ton	Jam	350,000.00	
3	Dump Truck, 3-4 M3	Jam	275,000.00	
4	Vibro Roller 10 Ton	Jam	397,500.00	
5	Concrete Mixer	Jam	71,500.00	
6	Concrete Vibrator	Jam	22,500.00	
7	Truck Mixer	Jam	601,600.00	
8	Batching Plan	Jam	435,000.00	
9	Breaker	Jam	680,000.00	
10	Genset 135 KVA	Jam	450,000.00	
11	Crane / Mobile / Crawler	Jam	550,000.00	
12	Peralatan Stressing	Jam	750,000.00	
13	Alat Bore pile	Jam	1,750,000.00	
14	Jack Hammer	Jam	45,000.00	
15	Tronton	Jam	450,000.00	
16	Pompa Air / Water Pump	Jam	45,000.00	
17	Bar Bender	Jam	20,000.00	
18	Bar Cutter	Jam	20,000.00	
19	Grab Machine	Jam	5,500,000.00	
20	Pipa Tremie	Jam	35,000.00	
21	Welding Set	Jam	52,000.00	
22	Mixing Plant	Jam	150,000.00	
23	Mission Pump	Jam	130,000.00	
24	Tangki	Jam	50,000.00	
25	Vibro Hammer	Jam	2,500,000.00	

LAMPIRAN 4 :

<b>ANALISA HARGA SATUAN</b>					
Jenis Pekerjaan		: Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam			
Satuan / Unit		: M3			
No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	0.8032	12,500.00	10,040.00
	Tukang	Jam	1.8072	17,142.86	30,980.57
	Mandor	Jam	0.1004	18,571.43	1,864.57
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>42,885.14</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Beton Ready Mix K-350	M3	1.0500	858,500.00	901,425.00
	Multipleks 12 mm	Lbr	0.4514	131,300.00	59,267.36
	Kayu Bekisting	M3	0.2084	1,565,500.00	326,250.20
	P a k u	Kg	3.3600	17,000.00	57,120.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>1,344,062.56</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Concrete Vibrator	Jam	0.040	22,500.00	900.00
	Water Tank Truck	Jam	0.040	275,000.00	11,000.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>11,900.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>1,398,847.70</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		69,942.39
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		69,942.39
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>139,884.77</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>1,538,732.47</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>1,538,732.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja  
Satuan / Unit : M3

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	1.3654	12,500.00	17,067.50
	Tukang	Jam	1.3654	17,142.86	23,406.86
	Mandor	Jam	0.6827	18,571.43	12,678.71
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>53,153.07</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Semen / PC (50kg)	Zak	4.5600	60,600.00	276,336.00
	Pasir Beton	M3	0.4550	126,300.00	57,466.50
	Batu pecah	M3	0.8450	267,700.00	226,206.50
	Kayu Bekisting	M3	0.1050	1,565,500.00	164,377.50
	P a k u	Kg	1.2000	17,000.00	20,400.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>744,786.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Concrete Vibrator	Jam	0.040	22,500.00	900.00
	Water Tank Truck	Jam	0.040	275,000.00	11,000.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>11,900.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>809,839.57</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5%xSub jumlah (I+II+III)	40,491.98
	- Keuntungan			5%xSub jumlah (I+II+III)	40,491.98
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>80,983.96</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>890,823.53</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>890,823.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Baja tulangan U32 Ulir  
Satuan / Unit : Kg

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	0.0550	12,500.00	687.50
	Tukang	Jam	0.0117	17,142.86	200.00
	Mandor	Jam	0.0117	18,571.43	216.67
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>1,104.17</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Baja Tulangan (Ulir) D32	Kg	1.050	7,470.00	7,843.50
	Kawat Beton (bendrat)	Kg	0.020	17,200.00	344.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>8,187.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Bar Binder	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
	Bar Cutter	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>74.94</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>9,366.61</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5%xSub jumlah (I+II+III)	468.33
	- Keuntungan			5%xSub jumlah (I+II+III)	468.33
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>936.66</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>10,303.27</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>10,303.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Baja tulangan U39 Ulir  
Satuan / Unit : Kg

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	0.0550	12,500.00	687.50
	Tukang	Jam	0.0117	17,142.86	200.00
	Mandor	Jam	0.0117	18,571.43	216.67
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>1,104.17</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Baja Tulangan (Ulir) D39	Kg	1.050	7,470.00	7,843.50
	Kawat Beton (bendrat)	Kg	0.020	17,200.00	344.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>8,187.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Bar Binder	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
	Bar Cutter	Jam	0.0019	20,000.00	37.47
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>74.94</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>9,366.61</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		468.33
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		468.33
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>936.66</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>10,303.27</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>10,303.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Tiang Bor Beton ukuran dia. 800 mm utk primary pile K-350  
Satuan / Unit : M1

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	7.5000	12,500.00	93,750.00
	Tukang	Jam	3.7500	17,142.86	64,285.71
	Kepala Tukang	Jam	1.5000	17,857.14	26,785.71
	Mandor	Jam	0.7500	18,571.43	13,928.57
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>198,750.00</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Besi Beton	Kg	86.500	7,470.00	646,155.00
	Kawat Beton (bendrat)	Kg	1.730	17,200.00	29,756.00
	Beton Ready Mix K-350	M3	0.553	858,500.00	474,750.50
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>1,150,661.50</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Excavator, 0.93 M3	Jam	0.018	480,000.00	8,848.00
	Alat Bore pile	Jam	0.690	1,750,000.00	1,206,896.55
	Concrete Vibrator	Jam	0.250	22,500.00	5,625.00
	Dump Truck, 10 Ton	Jam	0.025	350,000.00	8,750.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>1,230,119.55</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>2,579,531.05</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		128,976.55
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		128,976.55
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>257,953.11</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>2,837,484.16</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>2,837,484.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Tiang Bor Beton ukuran dia.800 mm utk secondary pile K-175  
Satuan / Unit : M1

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	5.0000	12,500.00	62,500.00
	Tukang	Jam	2.5000	17,142.86	42,857.14
	Kepala Tukang	Jam	0.5000	17,857.14	8,928.57
	Mandor	Jam	0.2500	18,571.43	4,642.86
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>118,928.57</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Beton Ready Mix K-175	M3	0.553	671,700.00	371,450.10
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>371,450.10</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Excavator, 0.93 M3	Jam	0.018	480,000.00	8,848.00
	Alat Bore pile	Jam	0.500	1,750,000.00	875,000.00
	Concrete Vibrator	Jam	0.250	22,500.00	5,625.00
	Dump Truck, 10 Ton	Jam	0.025	350,000.00	8,750.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>898,223.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>1,388,601.67</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5%xSub jumlah (I+II+III)	69,430.08
	- Keuntungan			5%xSub jumlah (I+II+III)	69,430.08
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>138,860.17</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>1,527,461.84</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>1,527,461.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Pembongkaran beton  
Satuan / Unit : M3

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	3.9063	12,500.00	48,828.13
	Mandor	Jam	1.3020	18,571.43	24,180.00
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>73,008.13</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>-</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Air Compressor	Jam	1.3333	236,000.00	314,666.67
	Jack Hammer	Jam	1.3333	45,000.00	60,000.00
	Wheel Loader	Jam	0.0101	275,000.00	2,777.50
	Dump Truck, 3-4 M3	Jam	0.2683	275,000.00	73,782.50
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>451,226.67</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>524,234.79</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum		5%xSub jumlah (I+II+III)		26,211.74
	- Keuntungan		5%xSub jumlah (I+II+III)		26,211.74
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>52,423.48</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>576,658.27</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan....(dibulatkan)</b>					<b>576,658.00</b>

**ANALISA HARGA SATUAN**

Jenis Pekerjaan : Penggalian dan Pemasangan Diafraghm Wall  
 Satuan / Unit : M1

No.	Uraian	Satuan	Kapasitas/ Koefisien	Harga Satuan Dasar (Rp)	Harga (Rp)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>I</b>	<b>Upah/Tenaga Kerja</b>				
	Pekerja	Jam	5.0000	12,500.00	62,500.00
	Tukang	Jam	2.5000	17,142.86	42,857.14
	Kepala Tukang	Jam	0.5000	17,857.14	8,928.57
	Mandor	Jam	0.2500	18,571.43	4,642.86
<b>Sub Jumlah I</b>					<b>118,928.57</b>
<b>II</b>	<b>Bahan/Material</b>				
	Besi Beton	M3	86.500	7,470.00	646,155.00
	Kawat Bendrat	Kg	1.730	17,200.00	29,756.00
	Beton Ready Mix K-125	M3	0.553	724,786.00	400,806.66
	Bekisting	M3	0.100	800,000.00	80,000.00
	CWS	bh	4.222	250,000.00	1,055,500.00
	Bentonite Slurry	M3	1.000	190,150.00	190,150.00
	Beton Ready Mix K-350	M3	0.553	100,000.00	55,300.00
	Additive	Ltr	5.000	80,000.00	400,000.00
	Anchorage	buah	4.000	35,400.00	141,600.00
	Kawat Bendrat	Kg	0.100	17,200.00	1,720.00
<b>Sub Jumlah II</b>					<b>3,000,987.66</b>
<b>III</b>	<b>Peralatan</b>				
	Mixing Plant (+operator)	Jam	0.212	150,000.00	31,815.00
	Mission Pump (+operator)	Jam	0.424	130,000.00	55,146.00
	Tangki	Jam	0.424	50,000.00	21,210.00
	Excavator, 0.93 M3	Jam	0.018	480,000.00	8,848.00
	Crane / Mobile / Crawler	Jam	1.000	550,000.00	550,000.00
	Grab Machine	Jam	1.000	5,500,000.00	5,500,000.00
	Concrete Vibrator	Jam	0.500	22,500.00	11,250.00
	Dump Truck, 10 Ton	Jam	0.200	350,000.00	70,000.00
	Pompa Air / Water Pump	Jam	1.000	45,000.00	45,000.00
	Welding Set	Jam	2.540	52,000.00	132,080.00
	Casing	m2	2.540	321,500.00	816,610.00
<b>Sub Jumlah III</b>					<b>7,241,959.00</b>
<b>Sub Jumlah (I+II+III)</b>					<b>10,361,875.23</b>
<b>IV</b>	Lain-lain				
	- Biaya Umum			5%xSub jumlah (I+II+III)	518,093.76
	- Keuntungan			5%xSub jumlah (I+II+III)	518,093.76
<b>Sub Jumlah IV</b>					<b>1,036,187.52</b>
<b>Jumlah Harga = I+II+III+IV</b>					<b>11,398,062.75</b>
<b>Harga Satuan Pekerjaan...(dibulatkan)</b>					<b>11,398,063.00</b>

LAMPIRAN 5 :

**Bill Of Quantity Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai**  
**Metode : SecantPile**

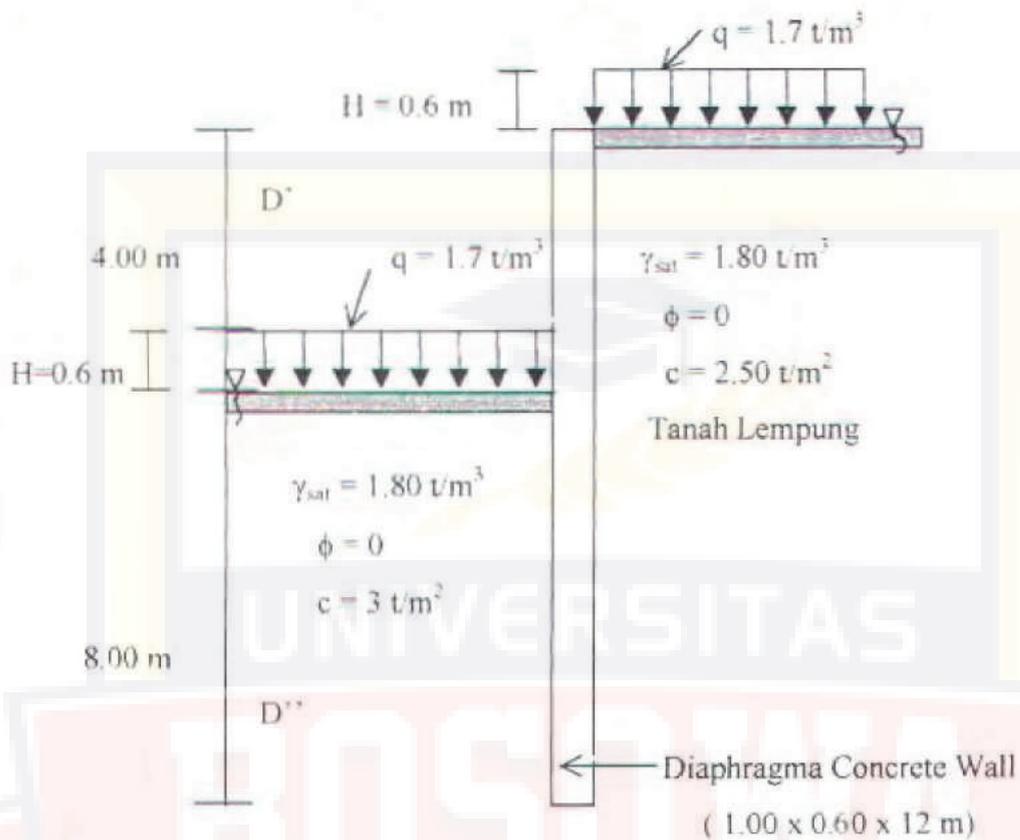
Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	<b>I. UMUM</b>				
1.1	Mobilisasi	LS	1.000	191,437,500.00	191,437,500.000
1.2	Manajemen Mutu	LS	1.000	36,750,000.00	36,750,000.000
1.3	Pengamanan Lingkungan	LS	1.000	31,340,000.00	31,340,000.000
1.4	Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	329,900,000.00	329,900,000.000
1.5	Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M1	60.000	1,050,000.00	63,000,000.000
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>652,427,500.000</b>
	<b>II. STRUKTUR</b>				
2.1	Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam	M3	1,486.272	1,538,732.00	2,286,973,979.358
2.2	Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja	M3	28.582	890,823.00	25,461,636.609
2.3	Baja tulangan U32 Ulir	Kg	50,214.195	10,303.00	517,356,854.707
2.4	Baja tulangan U39 Ulir	Kg	76,893.077	10,303.00	792,229,371.338
2.5	Tiang Bor Beton ukuran dia. 800 mm utk primary pile K-350	M1	12,706.000	2,837,484.00	36,053,071,704.000
2.6	Tiang Bor Beton ukuran dia.800 mm utk secondary pile K-175	M1	8,312.000	1,527,461.00	12,696,255,832.000
2.7	Pembongkaran beton	M3	914.629	576,658.00	527,428,014.550
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>52,898,777,392.563</b>
	<b>III. FINISHING</b>				
3.1	Lain - Lain (Pembersihan Lokasi Kerja)	LS	1	25000000	25,000,000.000
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>25,000,000.000</b>
	<b>JUMLAH HARGA TOTAL</b>				<b>53,576,204,892.563</b>

LAMPIRAN 6 :

**Bill Of Quantity Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai  
Metode : Diaphragma Wall**

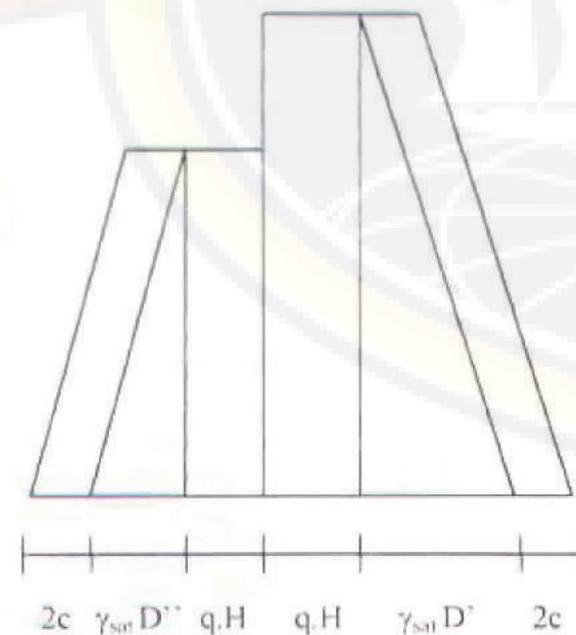
Mata Pembayaran	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	<b>I. UMUM</b>				
1.1	Mobilisasi	LS	1.000	191,437,500.00	191,437,500.000
1.2	Manajemen Mutu	LS	1.000	36,750,000.00	36,750,000.000
1.3	Pengamanan Lingkungan	LS	1.000	31,340,000.00	31,340,000.000
1.4	Manajemen Keselamatan Lalu Lintas	LS	1.000	329,900,000.00	329,900,000.000
1.5	Pengeboran, termasuk SPT dan Laporan	M1	60.000	1,050,000.00	63,000,000.000
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>652,427,500.000</b>
	<b>II. STRUKTUR</b>				
2.1	Beton mutu sedang fc' 30 MPa Capping Beam	M3	1,486.272	1,538,732.00	2,286,973,979.358
2.2	Beton mutu rendah fc' 10 Mpa Lantai Kerja	M3	28.582	890,823.00	25,461,636.609
2.3	Baja tulangan U32 Ulir	Kg	50,214.195	10,303.00	517,356,854.707
2.3 (1)	Baja tulangan U32 Ulir (Diafraghm wall)	Kg	728,448.000	10,303.00	7,505,199,744.000
2.4	Baja tulangan U39 Ulir	Kg	76,893.077	10,303.00	792,229,371.338
2.7	Pembongkaran beton	M3	571.643	576,658.00	329,642,509.094
2.8	Penggalian dan Pemindahan tanah Galian Guide Wall	M3	687.300	43,125.00	29,639,812.500
2.9	Fabrikasi dan Instalasi Pembesian Guide Wall	Kg	27,835.000	10,273.64	285,966,850.790
2.10	Pembuatan dan Pembongkaran Bekisting Guide Wall	M2	1,145.500	64,250.00	73,598,375.000
2.11	Pengecoran Beton dan Perawatan Guide Wall	M3	343.650	380,887.91	130,892,130.653
2.12	Penggalian dan Pemasangan Diaphragma Wall	M1	3,794.000	11,331,411.00	42,991,373,334.000
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>54,968,334,598.049</b>
	<b>III. FINISHING</b>				
3.1	Lain - Lain (Pembersihan Lokasi Kerja)	LS	1	25000000	25,000,000.000
	<b>JUMLAH HARGA</b>				<b>25,000,000.000</b>
	<b>JUMLAH HARGA TOTAL</b>				<b>55,645,762,098.049</b>

# LAMPIRAN 7 : PERHITUNGAN STRUKTUR PANEL

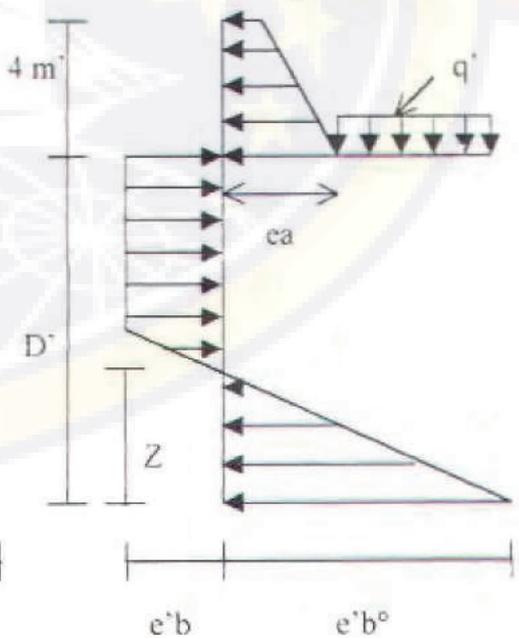


## DIAGRAM TEGANGAN TANAH

Kemungkinan Tekanan Tanah Maksimum



Kesetimbangan Tekanan



$$\begin{aligned}
 e a &= q' - 2.c \\
 &= \gamma_{\text{sat}} D' + q.h - 2.c \\
 &= (1.8 \times 4) + (1.7 \times 0.6) - (2 \times 2.5) \\
 &= 3.22 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e b^{\circ} &= 4.c - \gamma_{\text{sat}} D' + q.H - q.H \\
 &= (4 \times 2.5) - (1.8 \times 4) \\
 &= 2.80 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

- Syarat  $e b'' \geq e b^{\circ}$

$$\begin{aligned}
 e b'' &= 4.c + \gamma_{\text{sat}} D' + q.H \\
 &= (4 \times 2.5) + (1.8 \times 4) + (1.70 \times 0.6) \\
 &= 18.22 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E a &= \frac{1}{2} \times e a \times 4 \\
 &= \frac{1}{2} \times 3.22 \times 4 \\
 &= 6.44 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$E a - (4.c - q).D + (4.c - q + e b^{\circ}) = 0$$

$$6.44 - (2.80 \times D) + X = 0$$

Untuk kedalaman 8 m ( $D = 8\text{m}$ )

$$6.44 - (2.80 \times 8) + X = 0$$

$$X = 15.92 \text{ m}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$[E a \times (4/3 + D)] - [(4.c - q).D.D/2] + [(4.c - q + e b^{\circ}).Z.2/3] = 0$$

$$(6.44 \times 9.33) - (2.80 \times 3 \times 2) + (X \times Z/3) = 0$$

$$60.458 - 89.60 + (15.92 \times Z/3) = 0$$

$$Z = 5.70 \text{ m}$$

$$X = 15.92$$

$$(4.c - q + e b^{\circ}). z/2 = 15.92$$

$$(2.80 + e b^{\circ}) \times 5.70/2 = 15.92$$

$$e b^{\circ} = 2.786 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Syarat } = e b'' \geq e b^{\circ} = 2.786 \geq 18.22 \text{ (Kedalaman aman)}$$

- M max

$$P = 0 \rightarrow Ea - eb' \cdot x = 6.44 - 2.80 \cdot (X) = 0$$

$$X = 2.30 \text{ m}$$

$$M \text{ max} = 6.44 \times (4/3 + 2.30) - 3.78 \times (5.70) = 14.683 \text{ Tm}$$

$$D \text{ max} = 6.44 - (2.80 \times 2.30) + (2.786 \times 5.70) = 15.880 \text{ Ton}$$

$$\sigma = \frac{6.44 + 2.786}{(0.4 \times 1)} - \frac{14.683}{1.6 \times 1 \times (0.4)^2}$$

$$= 573.678 \text{ t/m}^2$$

$$= 57.3680 \text{ Kg/cm}^2$$

## PERHITUNGAN PENULANGAN

### Penulangan Lentur

$$- M_i \text{ max} = 14.683 \text{ Tm}$$

$$= 146.83 \times 10^3 \text{ Nm}$$

$$- f_c' = [0.76 + 0.2 \cdot \log(f_{ck}/15)] \cdot f_{ck}$$

$$= [0.76 + 0.2 \times \log(45/15)] \times 40 = 33.8 \text{ MPa}$$

$$- \rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \frac{0.85 \times 0.85 \times 33.8}{300} \times \frac{600}{600 - 300}$$

$$= 0.0543$$

$$- \rho_{\text{min}} = 1.4 / f_y = 1.4 / 300 = 0.0047$$

$$- \rho_{\text{max}} = 0.75 \times \rho_b$$

$$= 0.75 \times 0.0543$$

$$= 0.0407$$

$$\begin{aligned}
 - d &= h - \text{selimut beton} - (1/2 \times \varnothing \text{ tulangan}) \\
 &= 400 - 50 - (1/2 \times 25) \\
 &= 337.50 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$- m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{300}{0,85 \times 33,8} = 10,442$$

$$- R_n = \frac{M_n}{(b \times d^2)} = \frac{146083000 / 0,8}{(1000 \times 337,5^2)} = 1,611$$

$$\begin{aligned}
 - \rho &= \frac{1}{m} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{10,442} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 10,442 \times 1,611}{300}} \right) \\
 &= 0,0063
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - A_s &= \rho \times b \times d \\
 &= 0,0063 \times 1000 \times 337,5 \\
 &= 2826,25 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Dipasang tulangan 8 – D25 ( $A_s = 3041,061 \text{ mm}^2$ )

$$- A_s' = A_s = 2826,25 \text{ mm}^2$$

- Dipasang tulangan 8 – D25 ( $A_s = 3041,061 \text{ mm}^2$ )

### Penulangan Geser

$$- V_n = 15,880 \text{ Ton} = 158,80 \times 10^6$$

$$\begin{aligned}
 - d &= h - \text{selimut beton} - \varnothing \times 1/2 - (1/2 \times \varnothing \text{ tulangan}) \\
 &= 400 - 50 - 13/2 - (1/2 \times 25) \\
 &= 334 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- $V_c = 1/6 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d$   
 $= 1/6 \times \sqrt{33.8} \times 1000 \times 334$   
 $= 3,23 \times 10^5 \text{ N}$

- $V_s = V_u / \theta - V_c$   
 $= (158.8 \times 10^6 / 0.6) - 3.23 \times 10^5$   
 $= 264.34 \times 10^6 \text{ N}$

- $A_v = 2 \times 1/4 \times \pi \times \text{Ø sengkang}^2 = 2 \times 1/4 \times \pi \times 13^2 = 265.5 \text{ mm}^2$

- $S = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{265.5 \times 300 \times 334}{264.34 \times 10^6 \text{ N}} = 100 \text{ mm}$

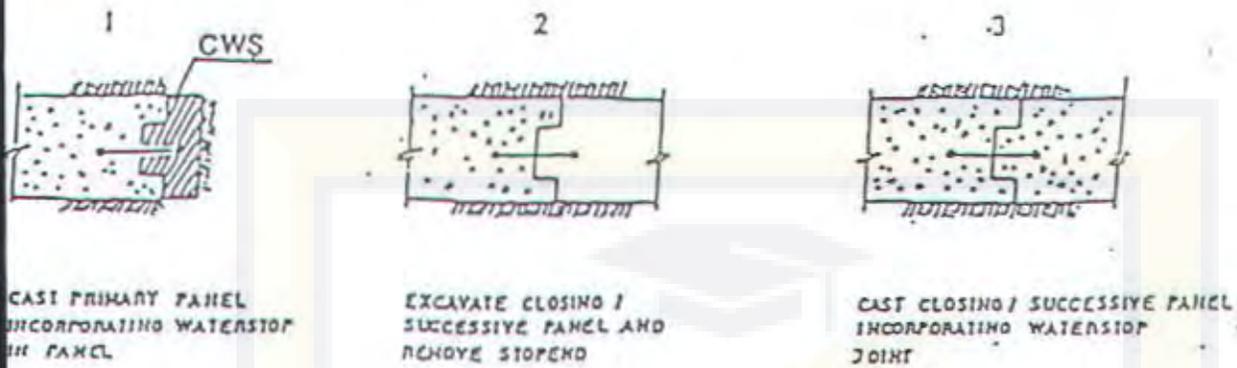
- $S_{\max} = \frac{3 \times A_v \times f_y}{b_w} = \frac{3 \times 265.5 \times 300}{1000} = 238.95 \text{ mm}$

- $1/2 \times \text{Ø} \times V_c = 1/2 \times 0.6 \times 3.23 \times 10^5 = 97090.07 \text{ N}$

- $V_u = 158.80 \times 10^6 > 1/2 \times \text{Ø} \times V_c = 97090.07 \rightarrow$  Perlu tulangan geser / sengkang !

- Dipasang sengkang D 13 – 100 mm





TYPICAL DETAIL OF WATERSTOP JOINT ( C.W.S. )

N.T.S.

Gambar 11. Detail Bentuk Water Stop Joint ( CWS )

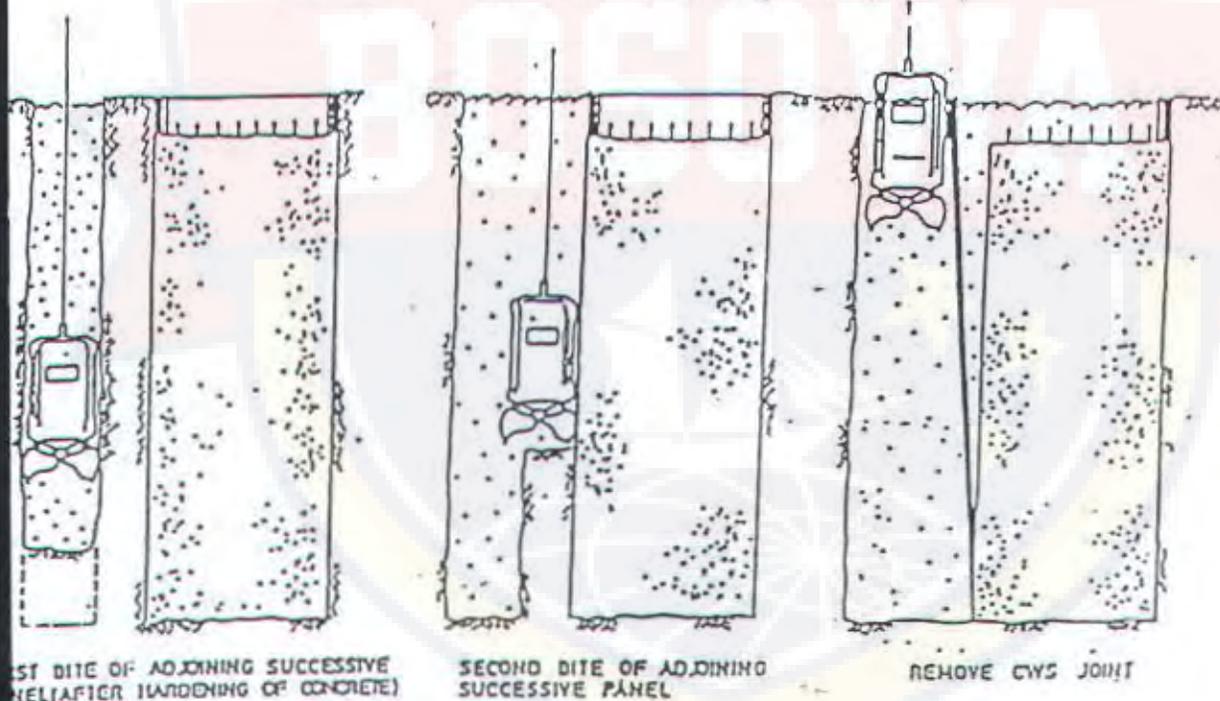


FIGURE : EXCAVATION OF ADJOINING PANEL AND REMOVAL OF CWS JOINT



PT. INDONESIA · PONDASI RAYA

Gambar 12. Tahapan Pelepasan Peralatan CWS

LAMPIRAN 10 :

LEMBAR PERHITUNGAN VOLUME (CALCULATION SHEET)							
ITEM PEKERJAAN : BAJA TULANGAN CAPING BEAM							
STA : 372.60 - 944.243							
No.	SKETSA PEMBESIAN	PERHITUNGAN				VOLUME ( kg )	Ket
		DIA (MM)	BERAT JENIS Kg/m'	Panjang Pot. (m)	Jumlah Btg (Potong)		
<b>CAPING BEAM</b>							
1	PANJANG = 1,143 <b>B1</b> D13-200 	13	1.042	4.16	5,716.43	23,780.35	24,776.39
2	<b>B2</b> D13-200 	13	1.042	0.96	5,716.43	5,487.77	5,717.63
3	<b>B3</b> D13-200 	13	1.042	1.36	5,716.43	7,774.34	8,099.97
4	<b>B4</b> 8D-22 	22	2.984	12.00	818.08	9,817.02	29,292.60
5	<b>B5</b> 9D22 	22	2.984	12.00	920.35	11,044.14	32,954.18
6	<b>B6</b> 4D22 	22	2.984	12.00	409.04	4,908.51	14,646.30
7	<b>B7</b> 6D16 	16	1.578	12.00	613.56	7,362.76	11,620.21
						<b>127,107.27</b>	





## LAMPIRAN 13

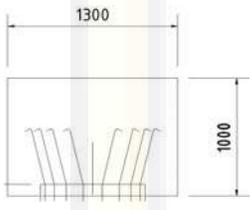
## LEMBAR PERHITUNGAN VOLUME (CALCULATION SHEET)

JENIS PEKERJAAN : DIAFRAGHM WALL

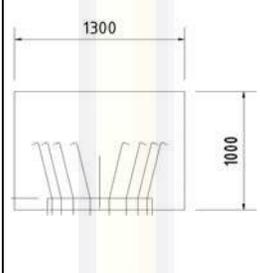
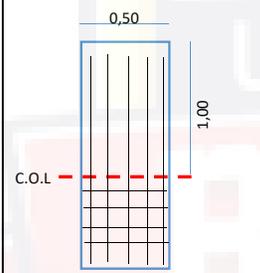
NO.	SECTION	STA	JARAK(L)	DIAFRAGHM WALL									
				JUMLAH DIAFRAGHM 2 SISI (Titik)	JARAK DIAFRAGHM (Meter)	KEDALAMAN DIAFRAGMA (H) DARI C.O.L		PERHITUNGAN QTY PEMANCANGAN THD C.O.L (M <sup>3</sup> )	TULANGAN UTAMA	TULANGAN SENGKANG	VOL. Besi Beton		MUTU BETON
						MAX					Primary	Secondary	
1	A		35.95	15.00	5.00	3.35-4.00 (variasi)	6.00	90.00	8 D25	D13-100	8,640.00	8,640.00	K-350
2	B		22.80	10.00	5.00	8.00	8.00	80.00	8 D25	D13-100	7,680.00	7,680.00	K-350
3	C		20.40	9.00	5.00	10.00	10.00	90.00	8 D25	D13-100	8,640.00	8,640.00	K-350
4	D		24.00	10.00	5.00	12.00	12.00	120.00	8 D25	D13-100	11,520.00	11,520.00	K-350
5	E		54.00	22.00	5.00	14.00	14.00	308.00	8 D25	D13-100	29,568.00	29,568.00	K-350
6	F		58.80	24.00	5.00	16.00	16.00	384.00	8 D25	D13-100	36,864.00	36,864.00	K-350
7	H		70.80	29.00	5.00	15.00-16.00 (variasi)	16.00	464.00	8 D25	D13-100	44,544.00	44,544.00	K-350
8	I		33.60	14.00	5.00	12.80-14.00 (variasi)	14.00	196.00	8 D25	D13-100	18,816.00	18,816.00	K-350
9	J		33.60	14.00	5.00	10.80-12.00 (variasi)	12.00	168.00	8 D25	D13-100	16,128.00	16,128.00	K-350
10	K		34.80	14.00	5.00	8.75-10.00 (variasi)	10.00	140.00	8 D25	D13-100	13,440.00	13,440.00	K-350
11	L		54.00	22.00	5.00	5.50-8.00 (variasi)	8.00	176.00	8 D25	D13-100	16,896.00	16,896.00	K-350
12	M		19.60	8.00	5.00	2.85-4.00 (variasi)	6.00	48.00	8 D25	D13-100	4,608.00	4,608.00	K-350
13	G		110.40	45.00	5.00	17.00	17.00	765.00	8 D25	D13-100	73,440.00	73,440.00	K-350
			110.40	45.00	5.00	17.00	17.00	765.00	8 D25	D13-100	73,440.00	73,440.00	K-350
	<b>TOTAL</b>		<b>572.75</b>	<b>281.00</b>				<b>3,794.00</b>			<b>364,224.00</b>	<b>364,224.00</b>	



LAMPIRAN 15 :

LEMBAR PERHITUNGAN VOLUME (CALCULATION SHEET)						
Item Pekerjaan						
Sketsa	Uraian / Keterangan					
	Ket.	Pjg	Jml	Perhitungan	luas	Volume
<p><b>Caping Beam</b></p> 	A	1,143	1.00	$(a \times b)$ $1.0 \times 1.3$	1.30	1,486.27
<p><b>Lantai Kerja (5 x 25 cm)</b></p> 	B	1,143	2.00	$0.25 \times 0.05$	0.01	28.58

LAMPIRAN 16 :

LEMBAR PERHITUNGAN VOLUME (CALCULATION SHEET)						
Item Pekerjaan						
Sketsa	Uraian / Keterangan					
	Ket.	Pjg	Jml	Perhitungan	luas	Volume
	A	1,143	1.00	$(a \times b)$ $1.0 \times 0.8$	0.80	914.63
	C	1,143	1.00	$(a \times b)$ $1.0 \times 0.5$	0.50	571.64