

TESIS

**ANALISIS PENGARUH VALUE ENGINEERING DALAM PEMENUHAN
KEBUTUHAN DINDING PENAHAN TANAH TERHADAP BIAYA DAN
WAKTU PENYELESAIAN PROYEK**

(Pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Tj.Api-Api, Palembang)



Disusun oleh:

**FARAH MAWADDAH
NIM : 22914014**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - PROGRAM MAGISTER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS
ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

TESIS

ANALISIS PENGARUH VALUE ENGINEERING DALAM PEMENUHAN
KEBUTUHAN DINDING PENAHAN TANAH TERHADAP BIAYA DAN
WAKTU PENYELESAIAN PROYEK

(Pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Tj.Api-Api, Palembang)



Dr. Ir. Taufik Dwi Laksono, S.T., M.T., IP-M.

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA.

Dosen Pembimbing II

Tanggal: _____

Tanggal: _____

HALAMAN PENGESAHAN

TESIS

**ANALISIS PENGARUH VALUE ENGINEERING DALAM PEMENUHAN
KEBUTUHAN DINDING PENAHAN TANAH TERHADAP BIAYA DAN
WAKTU PENYELESAIAN PROYEK**
(Pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Tj.Api-Api, Palembang)



Disusun oleh:

FARAH MAWADDAH
NIM : 22914014

Telah Diuji di depan Dewan Penguji

Pada tanggal 15 Agustus 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Dewan Penguji

Dosen Pembimbing I,

(Ir. Taufik Dwi Laksono, S.T., M.T., IP-M.)

Dosen Penguji,

(Fitri Nugraheni, ST., MT., Ph.D.)

Dosen Pembimbing II,

(Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA.)

Yogyakarta, **03 SEP 2024**

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil – Program Magister

etua Program,



(Amini Yuni Astuti, MT.)

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah adli belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (magister), baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program “Software” computer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 16 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

FARAH MAWADDAH
NIM: 22914014

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, hanya dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Tidak lupa Shalawat tetap penulis panjatkan sebagai junjungan Nabi Muhammad SAW, sebaik-baiknya tauladan bagi yang mengharapkan Rahmat dan Hidayah-Nya.

Dalam proses pembuatan penelitian ini, begitu banyak bantuan dan dukungan yang penulis terima dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

6. Bapak Dr. Ir. Taufik Dwi Laksono, S.T., M.T., IP-M. selaku dosen pembimbing pertama, yang telah memberikan bimbingan, tambahan ilmu, serta masukan dan pengarahan dalam penulisan penelitian ini dengan penuh kesabaran dan perhatian.
7. Bapak Dr. Ir. Edy Purwanto, CES., DEA. Selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, masukan referensi serta pendalaman ilmu dalam penulisan penelitian ini.
8. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan pandangan untuk penulisan penelitian ini.
9. Kedua orang tua, yaitu Bapak Amin Idris dan Ibu Nurmani yang telah memberikan doa dan dukungan yang tidak ternilai harganya. Beliau adalah anugerah terindah yang diberikan ALLAH SWT tanpa mereka penulis tidak dapat mencapai titik keberhasilan seperti saat ini.
10. Kakak penulis yang selalu mendengarkan keluh kesah serta memberikan masukan masukan solusi yaitu Firda Shmeisani, S.T. dan suami Tubagus Dwi Arifian Putra, S.Kom. Adik penulis yang memberikan support yaitu Robby Arsyadani dan Irhamni Gusti.
11. Teman hidup penulis Fajar Juniza, S.T., M.T. yang menjadi saksi diakhir masa perkuliahan dan pembuatan penelitian yang saat ini telah menjadi suami penulis yang menjadi penyemangat bagi penulis.
12. Temah-teman angkatan Magister Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia angkatan 2022.

13. PT. Bringin Rancang Sejahtera yang telah mendukung dan memberikan izin penulis untuk menyelesaikan penelitian ini diimbangi dengan pekerjaan di lapangan.

Akhir kata penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan yang penulis lakukan baik sengaja maupun tidak sengaja selama berkuliah di Magister Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia maupun selama penulisan penelitian ini. Semoga Allah SWT mengampuni segala kesalahan dan menunjukkan jalan yang lurus dan benar kepada kita semua. Amin

Yogyakarta, 16 Agustus 2024

Farah Mawaddah, S.T.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	2
HALAMAN PENGESAHAN	3
PERNYATAAN	4
KATA PENGANTAR	5
DAFTAR ISI	7
DAFTAR TABEL	9
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengantar Tinjau Pustaka	5
2.2 Tinjauan Penelitian	5
2.2.1 Penerapan Value Engineering Pada Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember 5	
2.2.2 Kajian Rekayasa Nilai pada Pekerjaan Struktur Atas Gedung	5
2.2.3 Penerapan Value Engineering (VE) pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement	6
2.2.4 Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasis Proyek Pembangunan Gedung Pemeriksaa Inspektor Daerah Sleman)	6
2.2.5 Analisis Value Engineering Pada Proyek Perumahan Pesona Griya Asri Kabupaten Kudus	7
2.3 Perbandingan Penelitian	7
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1 Proyek Konstruksi	12
3.2 Value Engineering atau Rekayasa Nilai	12
3.2.1 Definisi Umum	12
3.2.2 Tujuan Value Engineering (VE)	13
3.2.3 Nilai, Biaya dan Fungsi	14
3.3 Waktu Pengaplikasian Value Engineering atau Rekayasa Nilai	16
3.3.1 Tahap Perencanaan	18
3.3.2 Tahap Akhir Perencanaan	19
3.3.3 Tahap Pelelangan dan pelaksanaan	19
3.4 Rencana Kerja Value Engineering atau Rekayasa Nilai	19
3.4.1 Tahap Informasi	20

3.4.2	Tahap Analisis Fungsi	20
3.4.3	Tahap Kreatif	20
3.4.4	Tahap Evaluasi	21
3.4.5	Tahap Pelaksanaan	21
3.4.6	Tahap Presentasi	21
3.6	Dinding Penahan Tanah	23
3.7	Stabilitas Struktur	26
3.7.1	Stabilitas Terhadap Guling	26
3.7.2	Stabilitas Terhadap Geser	27
3.7.3	Daya Dukung Tanah	28
3.8	Manajemen Biaya	31
3.8.1	Perencanaan Biaya	31
3.8.2	Rencana Anggaran Biaya	31
3.8.3	Macam Rencana Anggaran Biaya	31
3.8.4	Fungsi Rencana Anggaran Biaya	33
3.8.5	Skema Penyusunan RAB	33
3.9	Time Schedule Proyek	34
3.9.1	Tujuan Time Schedule	34
3.9.2	Pembuatan Time Schedule	35
BAB IV	METODE PENELITIAN	36
4.1	Metode Penelitian	36
4.2	Subjek dan Objek Penelitian	36
4.3	Data dan Metode Pengumpulan Data	39
4.4	Sistematik Penelitian	40
4.5	Bagan Alir	41
BAB V	DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	42
5.1	Analisis Value Engineering.	42
5.1.1	Tahap Informasi	42
5.1.2	Tahap Analisis Fungsi	48
5.1.3	Tahap Kreatif	53
5.1.3.1	Dinding Penahan Tanah Alternatif Pertama	53
5.1.3.2	Dinding Penahan Tanah Alternatif Kedua	57
5.1.3.3	Dinding Penahan Tanah Alternatif Ketiga	66
5.1.4	Tahap Evaluasi	67
5.1.5	Tahap Pengembangan	69
5.1.6	Tahap Rekomendasi	70
5.2	Biaya Penyelesaian Proyek Akibat Pengaruh Value Engineering.	71
5.3	Time Schedule Penyelesaian Proyek Akibat Pengaruh Value Engineering.	72
5.3.1	Time schedule Dinding Penahan Tanah Batu Kali	72
5.3.2	Time schedule Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang Hail Peneliti	73
5.4	Pembahasan	78
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	80
1.1	Kesimpulan	80
1.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbandingan penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya	9
Tabel 5.1 Data parameter	49
Tabel 5.2 Gaya vertical	50
Tabel 5.3 Tekanan tanah aktif	54
Tabel 5.4 Tekanan tanah pasif	54
Tabel 5.5 Rekapitulasi analisis perhitungan	54
Tabel 5.6 Gaya vertical	55
Tabel 5.7 Tekanan tanah aktif	56
Tabel 5.8 Tekanan tanah pasif	56
Tabel 5.9 Rekapitulasi analisis perhitungan alternatif pertama	59
Tabel 5.10 Gaya vertical	60
Tabel 5.11 Tekanan tanah aktif	60
Tabel 5.12 Tekanan tanah pasif	61
Tabel 5.13 Rekapitulasi analisis perhitungan alternatif kedua	63
Tabel 5.14 Rencana anggaran biaya DPT alternatif pertama	70
Tabel 5.15 Rencana anggaran biaya DPT alternatif kedua	71
Tabel 5.16 Rencana anggaran biaya DPT alternatif ketiga	72
Tabel 5.17 Rekapitulasi Tahapan Pengembangan <i>Value Engineering</i>	74
Tabel 5.18 Perbandingan efisiensi DPT batu kali dengan DPT beton bertulang	74
Tabel 5.19 Analisis pengaruh penerapan <i>value engineering</i> terhadap besarnya biaya penyelesaian proyek	75
Tabel 5.20 Bobot pekerjaan DPT pada <i>master schedule</i> proyek	76
Tabel 5.21 Bobot pekerjaan DPT setelah dilakukan <i>value engineering</i> opsi pertama	76
Tabel 5.22 Bobot pekerjaan DPT pada <i>master schedule</i> proyek	77
Tabel 5.23 Bobot pekerjaan DPT setelah dilakukan <i>value engineering</i> opsi kedua	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Rasio <i>Value Engineering</i>	18
Gambar 3.2 Tahapan <i>Value Engineering</i>	23
Gambar 3.3 Dinding penahan tanah tipe gravitasi	26
Gambar 3.4 Dinding penahan tanah tipe kantilever	26
Gambar 3.5 Dinding penahan tanah tipe counterfort	27
Gambar 3.6 Skema Penyusunan RAB	32
Gambar 4.1 Denah Dinding Penahan Tanah dari perencanaan	36
Gambar 4.2 Detail dinding penahan tanah	36
Gambar 4.3 Kondisi lapangan tanah urugan dengan turap eksisting	37
Gambar 4.4 Diagram alir penelitian	40
Gambar 5.1 Denah dinding penahan tanah	44
Gambar 5.2 Detail dinding penahan tanah	44
Gambar 5.3 Denah titik tiang pancang	45
Gambar 5.4 Turap eksisting 1	46
Gambar 5.5 Turap eksisting 2	46
Gambar 5.6 Turap eksisting 3	46
Gambar 5.7 Denah dinding turap eksisting	47
Gambar 5.8 Ilustrasi turap eksisting	50
Gambar 5.9 Elevasi dan kemiringan di lapangan	51
Gambar 5.10 DPT alternatif pertama	55
Gambar 5.11 DPT alternatif kedua	59
Gambar 5.12 DPT alternatif ketiga	69
Gambar 5.13 <i>Time Schedule</i> sebelum dilakukan <i>Value engineering</i>	75
Gambar 5.14 <i>time schedule</i> batu kali	76
Gambar 5.15 <i>time schedule</i> beton bertulang	77

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman	
Lampiran 1	Gambar DED Dinding Penahan Tanah	74
Lampiran 2	Analisis perhitungan dinding penahan tanah perencanaan	77
Lampiran 3	<i>Master Time Schedule</i> Proyek	78
Lampiran 4	Data Sondir	79
Lampiran 5	Tabel Terzaghi	80
Lampiran 6	Rencana Anggaran Proyek	82
Lampiran 7	Surat Izin Pengambilan Data	82
Lampiran 8	Form Bimbingan Konsultasi	82

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

cm	= Centimeter
m	= Meter
mm	= Milimeter
f_y	= Kuat tarik baja
C_u	= <i>Undrained shear strength</i>
γ_d	= Berat volume tanah kering
γ	= Berat volume tanah basah
γ_{sat}	= Berat volume tanah jenuh
γ_{unsat}	= Berat volume tanah tak jenuh
γ'	= Berat volume tanah efektif
e	= Angka pori
I	= Residue
SF	= <i>Safety factor</i>
N	= Newton
kN	= Kilo Newton
Mpa	= Mega pascal
%	= Persen
D	= Diameter
C_o	= Faktor reduksi geser
S	= Jarak
L	= Panjang
FK	= Faktor keamanan

τ_f	= Kuat geser tanah
τ_d	= Tegangan geser yang terjadi sepanjang bidang runtuh
m^2	= Meter persegi
ν_c	= Kuat geser beton
Σ	= Total/jumlah
f'_c	= Kuat tekan beton
W	= Berat irisan tanah ke-1
R	= jari-jari lingkaran bidang longsor
A_s	= Luas tulangan sengkang
\emptyset	= Diameter
C	= Kohesi
ϕ	= Sudut geser dalam
(ν)	= <i>Poissons ratio</i>
(E)	= Modulus young/ modulus elastisitas
ψ	= Sudut dilatasi
(K)	Koefisien permeabilitas
(G)	Modulus geser
Psi	<i>Pounds per square inch</i>
(Dr)	Kepadatan relat

ABSTRAK

Aspek acuan perencanaan adalah aspek biaya, aspek mutu dan aspek waktu. *Value Engineering* atau rekayasa nilai dapat dikatakan sebagai suatu faham untuk mendapatkan keuntungan meningkat dengan menggunakan pendekatan yang sistematis serta kreatif tanpa mengurangi fungsi, nilai suatu produk tersebut. Proyek Pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA Tj. Api-Api, Palembang dilaksanakan di lahan seluas kurang lebih 1.181 m² dengan anggaran Rp. 13.804.733.000,-. Untuk menekan biaya agar lebih murah dengan memanfaatkan turap atau dinding penahan tanah eksisting yang berada pada batasan lahan proyek dengan lahan pihak lain. Setelah dilakukan pengerjaan proyek didapati elevasi tanah lebih tinggi dari elevasi turap eksisting tersebut, sehingga dikhawatirkan akan tidak mampu menahan gaya tekan yang berasal dari urugan tanah tersebut karena turap eksisting saat ini diperuntukan untuk kedudukan pagar pembatas lahan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menganalisis *value engineering* pada kebutuhan dinding penahan tanah serta menganalisis pengaruh penerapan *value engineering* terhadap waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut dengan menggunakan metode *Value Engineering comparative*. Dengan melakukan analisis fungsi terhadap turap eksisting maka didapatkan bahwa turap eksisting tersebut tidak mampu menahan beban lahan sehingga dilakukan tahapan kreatif yang memberikan tiga opsi Dinding Penahan Tanah (DPT). Pertama adalah DPT batu kali, DPT beton bertulang dengan dimensi 2 meter dan DPT beton bertulang dengan dimensi 2,79 meter. Dari hasil analisis struktur, analisis biaya dan analisis waktu maka DPT Batu kali dapat menjadi pilihan yang direkomendasikan. Pengurangan biaya yang terjadi sebesar Rp. 88,148,161,- dan proyek dapat tetap diselesaikan dalam waktu 210 hari sesuai dengan waktu rencana.

Kata kunci: DPT, Manajemen Konstruksi, *Value Engineering*.

ABSTRACT

The reference aspects of planning are cost, quality, and time. Value Engineering can be described as an effort to achieve increased benefits by utilizing a systematic and creative approach without reducing the function or value of a product. The development project for the KIA TJ. Api-Api Showroom, Office, and Workshop in Palembang was carried out on approximately 1.81 m² of land with a budget of IDR 13,804,733,000. Efforts to reduce costs involved utilizing existing land and materials within the project site and adjacent parking areas. Post-planning, it was found that the soil elevation was higher than that of the neighboring land, thereby mitigating issues with the height of various existing retaining structures, which currently serve as foundations for the boundary fences. Therefore, this study was conducted to analyze the application of value engineering to the requirements of retaining walls and to assess the impact of value engineering on the time required to complete the project using a comparative Value Engineering method. By analyzing the function of the existing retaining structures, it was determined that there were no significant issues. Consequently, a creative phase was initiated, presenting three options for Retaining Walls (RW): river stone RW, reinforced concrete RW with a dimension of 2 meters, and reinforced concrete RW with a dimension of 2.79 meters. From the structural analysis, cost analysis, and time analysis, the river stone RW was recommended as the optimal choice. Cost savings amounted to IDR 88,148,161, and the project was completed within the planned 210 days.

Keywords: RW, Construction Management, Value Engineering

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek Konstruksi merupakan proyek yang memiliki lingkup pekerjaan luas dan beragam serta memiliki jangka waktu tertentu, sehingga harus memiliki perencanaan yang tepat dari segi teknis maupun non teknis. Aspek yang menjadi acuan perencanaan adalah aspek biaya, aspek mutu dan aspek waktu. Dalam menjalankan ketiga aspek tersebut dibutuhkan pengambilan keputusan yang tepat. Oleh karena itu diperlukan adanya manajemen proyek untuk menjalankan ketiga aspek tersebut sesuai dengan perencanaan. Sumber daya yang akan menunjang ketiga aspek tersebut diantaranya adalah sumber daya manusia, sumber daya uang/modal, sumber daya material, sumber daya metode pelaksanaan, dan terakhir adalah sumber daya peralatan.

R.G Chaudhari (2018) *Value Analysis / Value Engineering* adalah inovasi pasca-pasca perang dunia II, terinspirasi oleh Harry Erlicher dan disistematisasikan oleh LD Miles, keduanya dari GEC, AS, pada tahun 1947. Di dalam bukunya ditulis bahwa pencegahan biaya yang tidak diperlukan disebut *Value Engineering* dengan tetap mengarahkan capaian fungsi yang sesuai dengan biaya serendah mungkin tanpa mengurangi kualitas, baik itu kinerja produk atau fungsi layanan.

Penerapan Value Engineering telah banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu, diantaranya ialah Nugroho (2018) value engineering pada proyek pembangunan gedung DRC PT Bank BPD DIY untuk pekerjaan struktur yaitu pekerjaan struktur atas (balok, kolom dan pelat). Total pengurangan biaya yang didapatkan dari desain alternatif pekerjaan struktur atas sebesar Rp. 1.158.199.954,84 atau 33,74%. Gede (2018) melakukan kajian pada proyek pembangunan Taman Sari Apartemen dan hasil dari kajian menunjukkan pekerjaan pelat bondek mengalami penghematan sebesar 3%, Pekerjaan dinding sebesar 10% mengubah dari batu bata menjadi bata ringan, Pekerjaan atap yang di awal menggunakan genteng diubah menjadi karang pilang dengan atap genteng beton cisangkang total penghematan yang didapat sebesar Rp.64.652.660 atau sebesar 1%

dari total rencana anggaran biaya awal. Noviyanti (2021) menerapkan *value engineering* pada proyek Pembangunan Perumahan Pesona Griya Asri dengan melakukan *redesign* denah rumah, tampak dan *site plan*. Analisa yang didapatkan dari hasil *value engineering* tersebut menghasilkan peningkatan keuntungan yang semula keuntungan yang didapat sebesar Rp. 407.938.977 menjadi sebesar Rp. 847.970.184.

Berdasarkan beberapa penelitian terkait dengan penerapan *value engineering* diatas, dapat terlihat bahwa penggunaan *value engineering* dapat mengurangi nilai biaya anggaran pengeluaran suatu proyek secara keseluruhan, maka dapat dikatakan bahwa *value engineering* dapat dijadikan salah satu solusi untuk dapat menekan biaya yang harus disediakan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi.

Proyek Pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA Tj. Api-Api, Palembang dilaksanakan di lahan seluas kurang lebih 1.181 m² dengan anggaran Rp. 13.804.733.000,-. Pembangunan proyek ini dilaksanakan pada lahan yang dahulunya sebuah rawa sehingga diharuskan untuk dilakukan pengurangan tanah dengan elevasi yang lebih tinggi dari elevasi tanah pihak lain yang bersebelahan dengan area tanah proyek yang sedang dibangun. Untuk menahan urugan tanah tersebut, untuk menekan biaya agar lebih murah adalah dengan memanfaatkan turap atau dinding penahan tanah eksisting yang berada pada batasan lahan proyek dengan lahan pihak lain. Setelah dilakukannya pengerjaan proyek didapati elevasi tanah lebih tinggi dari elevasi turap eksisting tersebut, sehingga dikhawatirkan akan tidak mampu menahan gaya tekan yang berasal dari urugan tanah tersebut karena turap eksisting menggunakan material batu kali dengan dimensi ketebalan 30 cm yang saat ini diperuntukan untuk dudukan pagar pembatas lahan.

Mengacu kepada hal tersebut, maka pada penelitian kali ini, peneliti akan melakukan penelitian dengan menerapkan *value engineering* guna menyikapi permasalahan pembangunan *Showroom, Office, dan Workshop* dimana diperlukan adanya tinjauan ulang keamanan turap eksisting dan alternatif dinding penahan tanah untuk memastikan keamanan area pembangunan tersebut.

Adanya penelitian ini diharapkan akan memperoleh gambaran yang jelas terkait penerapan *value engineering* terhadap penyelesaian permasalahan yang

timbul di lapangan dan pengaruhnya terhadap biaya yang harus disediakan serta dampak waktu yang diperlukan guna menyelesaikan proyek pembangunan yang sedang berjalan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana penerapan *value engineering* pada pekerjaan DPT?
2. Seberapa besar penerapan *value engineering* pada pekerjaan DPT berpengaruh terhadap besarnya biaya penyelesaian proyek?
3. Apakah penerapan *value engineering* pada pekerjaan DPT berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penerapan *value engineering* pada pekerjaan DPT.
2. Menganalisis pengaruh penerapan *value engineering* pekerjaan DPT terhadap besarnya biaya penyelesaian proyek.
3. Menganalisis pengaruh penerapan *value engineering* pada pekerjaan DPT terhadap waktu penyelesaian proyek.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi dalam melakukan penelitian dengan topik serupa, tak terkecuali bagi:

1. Bidang Pendidikan
 - Memberikan pemahaman yang lebih luas bagi mahasiswa dalam penerapan *value engineering* dan dampak yang didapat dari penerapan *value engineering* tersebut.
 - Menjadi literatur bagi para peneliti yang akan melakukan penelitian lebih mendalam terhadap penerapan *value engineering* terutama dalam proyek konstruksi.

2. Bidang Pekerjaan atau Praktisi

Dapat menjadi pedoman bagi para praktisi dalam menyelesaikan permasalahan yang timbul di lapangan dalam kaitannya dengan biaya dan waktu yang harus diselesaikan jika terjadi perubahan pekerjaan yang harus dilakukan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian sangat penting agar suatu penelitian fokus dan spesifik.

Adapun batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Analisis yang dilakukan hanya perhitungan sederhana (stabilitas guling, geser dan daya dukung tanah) untuk menjadi pertimbangan pertama pada tahap kreatif *Value Engineering*.
2. Analisis perhitungan biaya dilakukan dari harga satuan yang tertera didalam Rencana anggaran biaya proyek tersebut.
3. Waktu pelaksanaan proyek diperhitungkan berdasarkan waktu berjalan proyek yang sedang berlangsung saat penelitian ini dibuat menggunakan ms excel dengan jenis pekerjaan sesuai dengan *Bill of Quantity* dari perencana.
4. Data penelitian diambil dari proyek pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA Palembang.
5. Harga satuan diambil dari RAB proyek tahun 2023.
6. *Time Schedule* mengacu kepada proyek yang sedang berjalan.
7. Bobot perencanaan *time schedule* mengacu kepada *time schedule* proyek yang sedang berjalan.
8. Gambar detail mengacu kepada gambar *for construction* proyek pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA Palembang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengantar Tinjau Pustaka

Sudah dijelaskan pada Bab I mengenai pembahasan Latar Belakang Penelitian ini. Bab II menjelaskan tentang gambaran penelitian yang akan dilakukan dengan dilakukannya tinjauan terhadap penelitian-penelitian terdahulu untuk mendukung penelitian ini, sehingga memiliki perbedaan dari penelitian sebelumnya. Penelitian bertopik *Value Engineering* sudah banyak dilakukan penelitian oleh karena itu berikut ini adalah tinjauan penelitian terdahulu.

2.2 Tinjauan Penelitian

2.2.1 Penerapan *Value Engineering* Pada Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember

Iskandar (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan *Value Engineering* pada Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember” memiliki tujuan untuk mengetahui berapa besar biaya pekerjaan struktur setelah dilakukan *Value Engineering* (VE) dan mengetahui berapa besar efisiensi yang bisa didapat setelah dilakukan VE.

Biaya untuk pekerjaan struktur berubah dari RP. 2.819.229.285,21 menjadi Rp. 2.292.760.251,89 dengan efisiensi biaya sebesar Rp. 5699.392.000 atau 15,25% didapat dari biaya pekerjaan struktur kolom, dinding geser, balok dan plat.

2.2.2 Kajian Rekayasa Nilai pada Pekerjaan Struktur Atas Gedung

Nugroho (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Kajian Rekayasa Nilai pada Pekerjaan Struktur Atas Gedung” melakukan studi kasus pada proyek Pembangunan Gedung DRC PT Bank BPD DIY.

Penelitian ini melakukan kajian rekayasa nilai pada pekerjaan struktur yaitu pekerjaan pelat beton bertulang, Balok B2 dan B2A dan Kolom K1 dan K1A. Desain awal yang direncanakan adalah beton bertulang dengan tebal 120 mm, tulangan D10-125 mm, setelah dilakukan rekayasa nilai maka didapatkan alternatif desain menggunakan material komposit (*wiremesh* M8 dan *floordeck* 0,75 mm) sehingga didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 986.423.552,30. Pekerjaan

balok dengan desain awal 300 x 500 mm dan 250 x 500 mm jumlah tulangan 8D22 diubah menjadi 7D22 dengan dimensi yang sama jumlah tumpuan dari 4D22 menjadi 3D33 dapat mereduksi biaya sebesar Rp.130.340.340. pekerjaan kolom dengan desain awal 500x600 mm menjadi 500x500 mm sehingga dapat mereduksi biaya sebesar Rp. 41.436.062,15. Total pengurangan biaya yang didapatkan dari desain alternatif pekerjaan struktur sebesar Rp. 1.158.199.954,84 atau 33,74%.

2.2.3 Penerapan *Value Engineering* (VE) pada Proyek Pembangunan Taman Sari Appartement

Gede, Dkk (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan *Value Engineering* (VE) pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement” bertujuan untuk mengetahui pekerjaan apa saja yang dapat dilakukan *Value Engineering*, mengetahui kriteria apa yang membuat pekerjaan itu layak digunakan sebagai alternatif desain, dan untuk mengetahui penghematan biaya yang diperoleh setelah dilakukan *Value Engineering*.

Hasil penelitian ini menunjukkan pekerjaan pelat bondek mengalami penghematan sebesar 3%, Pekerjaan dinding sebesar 10% mengubah dari batu bata menjadi bata ringan, Pekerjaan atap yang diawal menggunakan genteng diubah menjadi karang pilang dengan atap genteng beton cisangkang total penghematan yang didapat sebesar Rp. 64.652.660 atau sebesar 1% dari tota rencana anggaran biaya awal.

2.2.4 Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasis Proyek Pembangunan Gedung Pemeriksaa Inspektor Daerah Sleman)

Jaya (2019) dalam penelitiannya yang berjudul “Penerapan *Value Engineering* pada Proyek Pembangunan Gedung” memiliki tujuan untuk mengetahui alternatif desain untuk pekerjaan pondasi, kolom, balok, plat dan tangga yang memenuhi fungsi dan memaksimalkan nilai.

Dengan tujuan tersebut *Value Engineering* yang didapatkan alternatif desain hanya pada pekerjaan plat bondek dan tangga plat cor dengan anak tangga bata dengan pengurangan biaya sebesar Rp.7.899.980,- atau 11,103 % dari total biaya.

2.2.5 Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Pesona Griya Asri Kabupaten Kudus

Noviyanti (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Pesona Griya Asri Kabupaten Kudus” bertujuan untuk menganalisa optimasi perhitungan rencana anggaran biaya tanpa mengurangi kualitas serta fungsi bangunan. Metode yang digunakan adalah metode *comparative* dengan analisis biaya, yaitu membandingkan harga keuntungan dari desain landscape.

Hasil yang didapatkan dari perubahan *redesign landscape* layout perumahan denah rumah, tampak dan jumlah komposisi rumah sebesar Rp. 847.970.184,- yang sebelumnya memiliki nilai keuntungan sebesar Rp. 407.938.977,-

2.3 Perbandingan Penelitian

Perbandingan penelitian yang akan dilakukan dengan beberapa penelitian di atas disajikan dalam bentuk tabel, dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No	ASPEK	Gede, dkk (2018)	Iskandar (2018)	Nugroho (2018)	Jaya (2019)	Novianti (2021)	Farah
1	JUDUL	Penerapan <i>Value Engineering</i> (VE) pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartement	Penerapan <i>Value Engineering</i> pada Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember	Kajian Rekayasa Nilai pada Pekerjaan Struktur Atas Gedung	Penerapan <i>Value Engineering</i> pada Proyek Pembangunan Gedung	Analisis <i>Value Engineering</i> Pada Proyek Perumahan Pesona Griya Asri Kabupaten Kudus	Analisis Pengaruh <i>Value Engineering</i> Dalam Pemenuhan Kebutuhan Dinding Penahan Tanah Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan.
2	TUJUAN	Mengetahui pekerjaan apa saja yang dapat dilakukan <i>Value Engineering</i> . Mengetahui kriteria apa yang membuat pekerjaan itu layak digunakan sebagai alternatif desain. Mengetahui penghematan biaya yang diperoleh setelah dilakukan <i>Value Engineering</i> .	Mengetahui berapa besar biaya pekerjaan struktur setelah dilakukan <i>Value Engineering</i> (VE) dan mengetahui berapa besar efisiensi yang bisa didapat setelah dilakukan VE.	Mendapatkan alternatif desain Terbaik terhadap struktur atas (Kolom, Balok, dan Pelat)	Mengetahui alternatif desain untuk pekerjaan pondasi, kolom, balok, plat dan tangga yang memenuhi fungsi dan memaksimalkan nilai.	Menganalisa optimasi perhitungan rencana anggaran biaya tanpa mengurangi kualitas serta fungsi bangunan.	Menganalisis pengaruh penerapan <i>value engineering</i> dalam pemenuhan kebutuhan dinding penahan tanah Menganalisis waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No	ASPEK	Gede (2018)	Iskandar (2018)	Nugroho (2018)	Jaya (2019)	Novianti (2021)	Farah (2023)
3	METODE	<i>Value Engineering</i> dengan Deskriptif Kuantitatif	<i>Value Engineering</i> Metode <i>comparative</i>	<i>Value Engineering</i> Metode <i>comparative</i>	<i>Value Engineering</i> Metode <i>comparative</i>	<i>Value Engineering</i> Metode <i>comparative</i>	<i>Value Engineering</i> Metode <i>comparative</i>
4	HASIL	Hasil penelitian ini menunjukkan pekerjaan pelat bondek mengalami penghematan sebesar 3%, Pekerjaan dinding sebesar 10% mengubah dari batu bata menjadi bata ringan, Pekerjaan atap yang diawal menggunakan genteng diubah menjadi karang pilang dengan atap genteng beton cisangkang total penghematan yang didapat sebesar Rp. 64.652.660 atau sebesar 1% dari total rencana anggaran biaya awal.	Biaya untuk pekerjaan struktur berubah dari RP. 2.819.229.285,21 menjadi Rp. 2.292.760.251,89 dengan efisiensi biaya sebesar Rp. 5699.392.000 atau 15,25% didapat dari biaya pekerjaan struktur kolom, dinding geser, balok dan plat.	Beton bertulang dengan tebal 120 mm, tulangan D10-125 mm, setelah dilakukan rekayasa nilai maka didapatkan alternatif desain menggunakan material komposit (wiremesh M8 dan floordeck 0,75 mm) sehingga didapatkan penghematan biaya sebesar Rp. 986.423.552,30. Pekerjaan balok dengan desain awal 300 x 500 mm dan 250 x 500 mm jumlah tulangan 8D22 diubah menjadi 7D22 dengan dimensi yang sama.	Didapatkan alternatif desain hanya pada pekerjaan plat bondek dan tangga plat cor dengan anak tangga bata dengan pengurangan biaya sebesar Rp.7.899.980,- atau 11,103 % dari total biaya.	Hasil yang didapatkan dari perubahan redesign landscape layout perumahan denah rumah, tampak dan jumlah komposisi rumah sebesar Rp. 847.970.184,- yang sebelumnya memiliki nilai keuntungan sebesar Rp. 407.938.977,-	

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sekarang Dengan Penelitian Sebelumnya

No	ASPEK	Gede (2018)	Iskandar (2018)	Nugroho (2018)	Jaya (2019)	Novianti (2021)	Farah (2023)
	Hasil			<p>Jumlah tumpuan dari 4D22 menjadi 3D33 dapat mereduksi biaya sebesar Rp.130.340.340. pekerjaan kolom dengan desain awal 500x600 mm menjadi 500x500 mm sehingga dapat mereduksi biaya sebesar Rp. 41.436.062,15. Total pengurangan biaya yang didapatkan dari desain alternatif pekerjaan struktur sebesar Rp. 1.158.199.954,84 atau 33,74%.</p>			

(Sumber : Gede 2018, Iskandar 2018, Nugroho 2018, Jaya 2018, Novianti 2021.)

Dari Tabel 2.1 diatas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan dan persamaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian sebelumnya. Persamaan topik terdapat pada pekerjaan struktur namun tinjauan yang di ambil berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya pekerjaan struktur yang ditinjau adalah pekerjaan balok, kolom dan pelat namun penelitian saat ini mengambil tinjauan pekerjaan struktur dinding penahan tanah. Persamaan lainnya adalah diterapkannya analisis Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dengan menganalisa biaya proyek.

Perbedaan yang membedakan penelitian saat ini dengan penelitian sebelumnya adalah objek penelitian lokasi yang berbeda, pada penelitian sebelumnya fokus terhadap pengurangan biaya sedangkan pada penelitian saat ini mengarahkan kepada *value engineering* terhadap kebutuhan pekerjaan dinding penahan tanah dan menganalisa apakah terdapat perubahan biaya dan waktu pelaksanaan setelah dilakukan *Value Engineering*.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah rangkaian atau proses pekerjaan yang bersifat sementara dengan tujuan yang telah melalui proses perencanaan sesuai dengan yang diinginkan. Menurut Irianto dkk dalam buku Manajemen Proyek Konstruksi (2023), proyek adalah :

1. Memiliki arah tujuan yang khusus
2. Memiliki standar kerja dan mutu yang telah diterapkan
3. Sifatnya tetap
4. Tidak rutin serta hanya sekali pakai.

Sedangkan Konstruksi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memiliki arti model atau tata letak suatu bangunan, seperti jembatan, rumah dan lain sebagainya. Menurut Irianto dkk dalam buku Manajemen Proyek Konstruksi (2023) kegiatan konstruksi proyek bisa diartikan dengan kegiatan sementara yang terlaksana dalam waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dalam melaksanakan tugas yang arahnya telah dituangkan secara jelas.

3.2 Value Engineering atau Rekayasa Nilai

3.2.1 Definisi Umum

Value Engineering atau rekayasa nilai dapat dikatakan sebagai suatu faham untuk mendapatkan keuntungan meningkat dengan menggunakan pendekatan yang sistematis serta kreatif tanpa mengurangi fungsi, nilai suatu produk tersebut. Menurut Imam Soeharto (2011) *Value Engineering* dikemukakan di Amerika Serikat pada perang dunia II. *General Electric Company* adalah Perusahaan yang pertama mengemukakan konsep ini yang bergerak pada bidang *manufacturing*. Konsep ini pada awalnya digunakan dan dikembangkan pada sektor industrial maju serta proyek-proyek di dunia, seiring berjalannya waktu konsep *Value Engineering*

digunakan pada sektor konstruksi dan dianggap sebagai salah satu konsep metode yang cukup membantu.

Beberapa para ahli memiliki pengertian yang berbeda namun tetap memiliki nilai maksud yang tidak jauh berbeda, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. P. Arjunraj (2022), *Value Engineering* adalah pendekatan sistematis untuk meningkatkan nilai dari suatu produk, layanan ataupun proses dari sebuah proyek. Substitusi komponen dan metode dengan alternatif yang lebih murah tanpa mengorbankan fungsinya atau kualitasnya.
2. Barrie dan Poulson (2000) menurutnya *Value Engineering* merupakan sebuah Teknik menggunakan pendekatan yang rapi dan sistematis dengan adanya kreatifitas untuk menghilangkan biaya yang tidak diperlukan dalam proses pelaksanaan proyek. Biaya yang tidak diperlukan ini merupakan biaya dari kegiatan yang tidak mempengaruhi fungsi dan mutu dari sebuah produk tersebut.
3. Standart Society of American *Value Engineering* (2007) menjelaskan rekayasa nilai merupakan sebuah metode nilai yang diaplikasikan de dalam proyek atau layanan yang telah ditetapkan guna mencapai tujuan berupa peningkatan nilai.
4. Kemen PUPR (2012) dikutip dalam website pu.go.id *Value Engineering* adalah suatu pendekatan Analisa fungsi dalam Upaya menekan *cost* (biaya). *Cost* disini mencakup *cost* dalam rencana dan juga dalam pelaksanaan, serta *time saving* yang diupayakan tidak akan menambah *cost* itu sendiri.
5. Joni Simatupang, (2017 dalam Noviyanti, 2021) menjelaskan bahwa sebuah Teknik untuk mereduksi biaya yang tidak berpengaruh terhadap produksi suatu produk dengan mengurangi pembengkakan biaya yang seharusnya tidak perlu digunakan dalam proses produksi sebuah produk dengan menggunakan ilmu dasar, pengalaman dan informasi.

3.2.2 Tujuan *Value Engineering* (VE)

Secara umum tujuan *value engineering* adalah untuk mencapai fungsi yang dibutuhkan sesuai dengan biaya yang paling efisien dalam arti rendah tanpa harus mengurangi kualitas, fungsi dan estetika dari rencana yang sudah di rencanakan.

Value Engineering tidak hanya menganalisis biaya, namun dapat menganalisis berbagai aspek seperti kutipan dari Zimmerman, Larry W, PE, Hard Glen sebagai berikut :

1. Orientasi sistem rencana kerja formal untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tak perlu.
2. Pendekatan multi disiplin kelompok tim yang terdiri dari perencana – perencana berpengalaman dan konsultan *Value Engineering*.
3. *Life Cycle Oriented* memperhitungkan total biaya untuk memiliki dan mengoperasikan fasilitas.
4. Teknik manajemen yang telah terbukti kebenarannya.
5. Orientasi fungsional menghubungkan fungsi yang diinginkan dengan nilai yang diterima.

Beberapa hal yang didapatkan dari tercapainya tujuan *Value Engineering* ini dalam membantu tim disebut sebagai alat (*toolkit*) dari Analisa penelitian yang dapat kita sebut elemen-elemen pokok VE yaitu :

1. Pemilihan proyek untuk studi VE.
2. Pendanaan dan harga – harga satuan suatu penilaian.
3. Biaya – Biaya “Siklus Umur” (O&O – *Owning & Operation Cost*)
4. Pendekatan fungsional.
5. Teknik sistem Analisa fungsi (FAST – *Function Analysis System Technique*).
6. Rencana Kerja VE.
7. Kreativitas.
8. Menentukan dan melaksanakan program VE.

3.2.3 Nilai, Biaya dan Fungsi

Pemahaman mendalam *Value Engineering* harus dilengkapi dengan pemahaman istilah yang berkaitan dengan *value engineering* itu sendiri. Ketiga istilah dibawah ini sangat berkaitan erat dengan *value engineering*.

3.2.3.1 Nilai

Nilai dapat memiliki arti yang berbeda karena mengandung nilai subyektifitas bila dihubungkan dengan moral, estetika, social ekonomi dan lain-lain. Pengertian nilai yang dapat dikaitkan dengan *value engineering* ialah pengertian nilai biaya yaitu merupakan hasil penjumlahan dari biaya biaya seperti bahan, tenaga, biaya tak langsung, dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat produk tersebut.

Menurut R.G. Chaudari (2022) berbagai kelas nilai didefinisikan sebagai berikut :

1. Nilai Guna : Properti yang mencapai penggunaan, fungsi dan layanannya.
2. Nilai Harga : Properti, fitur daya tarik yang membuat kepemilikan diinginkan dan memotivasi orang untuk membelinya dan membandingkan produk atau peralatan lain.
3. Nilai Tukar : sifat atau kualitas yang memungkinkan satu benda dapat ditukar dengan sesuatu yang lain.
4. Nilai Biaya : Jumlah biaya tenaga kerja, material dan *overhead* yang diperlukan untuk memproduksi sesuatu.

3.2.3.2 Biaya

Biaya memiliki pengertian yang hampir selaras dengan nilai. Jika nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya sedangkan biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut. Dalam penerapannya di dalam *value engineering* biaya sangat bergantung kepada mutu, kualitas, metode serta waktu yang diinginkan. Biaya seringkali mengalami pembengkakan saat sudah memasuki tahap pelaksanaan yang dipengaruhi oleh faktor berikut ini.

1. Perencanaan desain yang kurang akurat dengan keadaan proyek.
2. Rencana kontrak yang banyak kekeliruan.
3. Anggaran biaya yang tidak mempertimbangkan biaya prelim (biaya tidak terduga, keamanan birokrasi dll).

4. Metode estimasi biaya yang berbeda.
5. Produktivitas tenaga kerja yang tidak profesional sehingga waktu yang dikeluarkan lebih lama dan terjadi pembengkakan biaya.

Biaya dalam pelaksanaan proyek pun dibagi menjadi dua jenis pengelompokan yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya yang dapat diperkirakan jumlahnya dengan cara menghitung volume dan harga satuan pekerjaan dan berhubungan langsung dengan pelaksanaan konstruksi di lapangan. Beberapa jenis biaya langsung diantaranya adalah biaya material, biaya upah buruh, dan biaya peralatan.

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung dapat dikelompokkan sebagai biaya yang tidak terhitung secara pasti dibutuhkan perkiraan untuk mengalokasikan biaya tersebut. biaya tidak langsung juga tidak berhubungan langsung dengan pekerjaan di lapangan sebagai contohnya adalah biaya profit, biaya tak terduga, biaya keamanan, biaya administrative dll.

3.2.3.3 Fungsi

R.G. Chaudari (2022) fungsi merupakan ukuran kemampuan kinerja produk, layanan dan proyek. Fungsinya adalah kegunaan proyek.

3.3 Waktu Pengaplikasian *Value Engineering* atau Rekayasa Nilai

“*Value Engineering* dapat dimulai kapan saja. Selalu lebih baik untuk memulai sebelum modal apa pun diinvestasikan pada peralatan, pabrik, atau perlengkapan. Karena menurut banyak laporan, hingga 80% biaya suatu produk diselesaikan pada tahap pengembangan desain. Dan jika proyek sudah berjalan, produk proses, atau layanan dalam portofolio anda yang merupakan pusat biaya Perusahaan.. ini mungkin merupakan produk yang penting bagi bisnis anda tetapi profitabilitas dan atau pangsa pasarnya dipertanyakan.” (R. G. Chaudari, 2022)

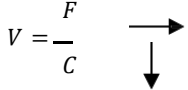
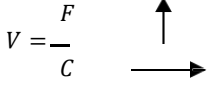
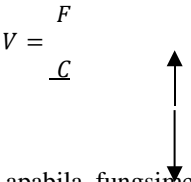
Value Engineering seharusnya lebih baik dimulai pada awal tahap konsep perencanaan dengan kontinu sampai selesai perencanaan. Pertimbangan terhadap karakteristik proyek dan memahami rasio *value engineering* juga perlu diperhatikan agar mendapatkan 4 kondisi sebagai berikut:

1. Penghematan biaya (*cost saving*);
2. Peningkatan fungsi (*function improving*);
3. Peningkatan (*improvement*);
4. Inovasi (*innovation*).

V = *Value* (nilai)

F = *Function* (fungsi/performa/kegunaan)

C = *Cost* (biaya)

$V = \frac{F}{C}$  <p><i>Cost Saving</i></p> <p>Kondisi ini terjadi apabila fungsi tetap, sedangkan biaya untuk memproduksi fungsi tersebut menurun.</p>	$V = \frac{F}{C}$  <p><i>Function Improving</i></p> <p>Kondisi ini terjadi apabila fungsimeningkat, sedangkan biaya untuk memproduksi fungsi tersebut tetap.</p>
$V = \frac{F}{\underline{C}}$ <p><i>Improvement</i></p> <p>Kondisi ini terjadi apabila fungsimeningkat seiring dengan biaya untuk memproduksi fungsi tersebut yang juga meningkat.</p>	$V = \frac{F}{\underline{C}}$  <p><i>Innovation</i></p> <p>Kondisi ini terjadi apabila fungsimeningkat, tetapi biaya untuk memproduksi fungsi tersebut menurun.</p>

Gambar 3.1 Rasio *Value Engineering*

(sumber: Seng Hansen dalam buku quantity surveying)

Penerapan *value engineering* sangat bergantung terhadap waktu, jika penerapan rekayasa nilai semakin lama maka nilai penghematan yang dihasilkan juga semakin kecil.

Pendekatan *Value Engineering* mencakup pertanyaan konseptualisasi. Cara menuju VE yang efektif adalah dengan mengajukan pertanyaan dasar dan mencari tanggapan yang inventif. Berikut ini adalah beberapa pertanyaan tes yang harus diingat untuk tinjauan VE (R. G. Chaudari, 2022) :

1. Apakah proyek mempunyai rencana yang mencakup sesuatu yang berlebihan ?
2. Apakah setidaknya dua bagian dapat dikonsolidasikan menjadi satu?
3. Bagaimana kita dapat mengurangi beban tersebut?
4. Apakah suku cadang non-standar ini dapat ditiadakan?
5. Apakah secara umum fungsi yang diberikan diharapkan oleh klien?
6. Dapatkah material yang lebih terjangkau digunakan?
7. Dapatkah jumlah berbagai bahan yang digunakan dikurangi?
8. Apakah rencana tersebut dapat diatur ulang untuk mengurangi hal-hal semacam itu?
9. Dapatkah barang yang ditujukan untuk usaha lain dimanfaatkan?

Waktu penerapan rekayasa nilai dibagi menjadi tiga tahapan menurut chandra (2019) yaitu sebagai berikut.

3.3.1 Tahap Perencanaan

Pada tahapan ini dapat dikatakan sebagai tahapan yang memiliki fleksibilitas yang maksimal, dapat dilakukan penyesuaian desain baik dari desain struktur, arsitektural dan MEP yang sesuai dengan tujuan, keperluan dan kriteria pemilik proyek. Jika *value engineering* dilakukan pada tahap perencanaan maka nilai perubahan perencanaan meningkat namun nilai saving cost perubahan saat pelaksanaan dapat menurun.

“*Value Engineering* yang dilaksanakan pada tahap perencanaan mempunyai potensi yang besar untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan biaya. Dan dapat membantu pemilik proyek untuk :

1. Menetapkan keperluan-keperluan yang sebenarnya dari proyek tersebut, yang mana memerlukan pengertian yang lengkap terhadap fungsi utama yang akan ditampilkan didalam perencanaan.

2. Koordinasi yang terpadu antara *value engineering specialist*, pemilik proyek dan perencana meneliti secara mendalam, menyeluruh dan menyatakan dengan tegas kebenaran dari semua keperluan-keperluan dan menghilangkan kesimpang siuran.”

3.3.2 Tahap Akhir Perencanaan

“*Value Engineering study* ini dapat menguntungkan juga untuk dilaksanakan pada akhir dari tahapan perencanaan, namun elemen- elemen yang dapat diubah tanpa mengakibatkan pengunduran waktu dan penambahan biaya untuk merubah perencanaan berkurang dibandingkan tahapan-tahapan sebelumnya, dan sangat tergantung dengan keadaan *time schedule* dari proyek pada saat dimana *value engineering study* akan dilaksanakan “ Chandra 2019.

Tahap perencanaan dengan tahap akhir perencanaan memiliki proses yang sama yaitu masih bersifat fleksible dan memiliki potensi untuk menyesuaikan keinginan pemilik proyek, jika terdapat kesalahan masih dapat menyesuaikan kembali untuk mencapai tujuan dan keinginan pemilik proyek tersebut.

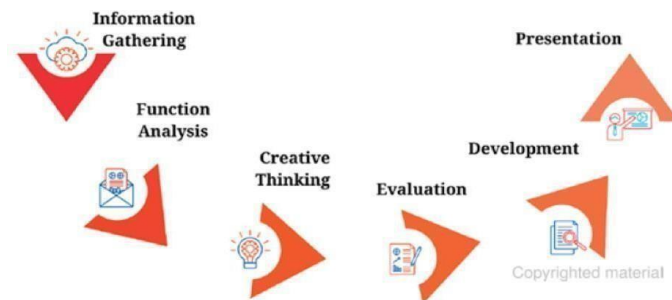
3.3.3 Tahap Pelelangan dan pelaksanaan

Pada tahapan ini *Value engineering* dapat dikatakan mengikuti Analisa pihak luar yaitu pelaksana. Analisa didasarkan terhadap metode pelaksanaan, kendala lapangan dan teknis pelaksanaan. *Value Engineering* pada tahap ini tentunya akan lebih sulit di selesaikan karena sudah tidak bersifat terlalu flexible lagi. Karena peran perencana pada tahap ini sudah tidak sepenuhnya focus kepada pelaksanaan. sehingga *value engineering* yang dilakukan lebih memiliki analisa yang cukup tinggi agar tujuan dan keinginan pemilik proyek tetap terlaksanakan.

3.4 Rencana Kerja *Value Engineering* atau Rekayasa Nilai

“Rekayasa nilai paling sering terjadi setelah desain (fungsional atau detail) terjadi, meskipun peluang terbaik untuk melakukannya adalah sebelum rencana dibuat” (R. G. Chaudari, 2022). Rencana dalam KBBi adalah rangka sesuatu yang akan dikerjakan sedangkan kerja adalah kegiatan melakukan sesuatu atau yang dilakukan. Secara susunan kata jika rencana dan kerja dijadikan menjadi kata majemuk maka dapat diartikan sebagai suatu kerangka untuk melakukan kegiatan

yang akan dilakukan atau dapat diartikan juga sebagai suatu tahapan langkah kegiatan ataupun panduan yang akan digunakan untuk melakukan metode *Value Engineering*. Berikut ini adalah gambaran tahapan *Value engineering* menurut R.G Chaudari, 2022.



Gambar 3.2 Tahapan *Value Engineering*

(sumber: R.G Chaudari, 2022)

3.4.1 Tahap Informasi

Tahapan informasi merupakan dasar yang sangat penting disetiap langkah untuk menganalisa atau melakukan analisa nilai. Pada tahap ini, informasi dikumpulkan sebanyak-banyaknya untuk dapat membantu proses pemahaman dan penyelidikan objek *value engineering*. Informasi yang sudah dikumpulkan dapat diklasifikasikan sehingga lebih jelas untuk dianalisa lebih lanjut.

3.4.2 Tahap Analisis Fungsi

Pada tahap analisis fungsi ini adalah tahap untuk membedakan elemen produk atau tugas, dan menggambarkannya dengan kata-kata Tindakan/rangkaian hal tersebut. Analisa yang dilakukan dapat dengan metode praduga atau pendapat yang didasarkan dengan pengalaman mendorong penggunaan imajinasi. Memperkuat metode praduga dapat menggunakan analisis sesuai dengan keilmuan sehingga hasil dari analisis fungsi ini dapat lebih akurat dan berdasar.

3.4.3 Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan tahap yang menghasilkan penataan elektif hingga mencapai fungsi yang direncanakan namun memberikan nilai tambah. Dari tahap kreatif ini muncul beberapa alternatif yang didapat dari pengembangan analisis fungsi. Tahap kreatif ini membuat beberapa pilihan dari informasi yang sudah

didapatkan dan beberapa ide-ide dari analisa baik teknis maupun non-teknis. Sehingga pada tahap selanjutnya dapat dilanjutkan untuk konsen kepada beberapa pilihan yang sudah diberikan.

3.4.4 Tahap Evaluasi

Dalam tahapan ini dilakukan pengkajian lebih menyeluruh dan spesifik dari beberapa pilihan pada tahap kreatif. Jika mengacu kepada analisa biaya maka analisa tersebut dapat dibagi menjadi dua yaitu keuntungan dan kerugian masing-masing alternatif, serta melakukan urutan peringkat kelayakan alternatif, namun untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat tahap ini harus didukung juga dengan Aspek yang relevan dengan kemampuan, desain, mutu, manufaktur, pengemasan dan pemasaran harus dipahami sebagai usaha merubah ide yang sudah dievaluasi menjadi pengajuan ide yang dapat menjadi alternatif pelaksanaan.

3.4.5 Tahap Pelaksanaan

Dalam tahapan ini adalah tahap pelaksanaan Pembangunan dari metode kreatif yang dipilih pada tahap evaluasi tersebut. Sehingga tercapainya penerapan yang sesuai dengan perencanaan. Tentunya dengan pengawasan yang baik dan benar.

3.4.6 Tahap Presentasi

Tahap Presentasi merupakan tahapan penyajian kesimpulan dari hasil proses *Value Engineering* hingga tahap pembangunan. Pemaparan laporan hanya menjelaskan mengenai fakta dan informasi tentang perbandingan antara penilaian aspek teknis dan biaya desain awal terhadap hasil kajian *Value Engineering* untuk mendukung argumentasi yang disampaikan.

1. Identifikasi objek
2. Penjelasan objek, sebelum dan sesudah dilakukan kajian *Value Engineering*.
3. Perubahan desain berupa pengurangan, peningkatan yang diusulkan.
4. Catatan penyelidikan *Value Engineering* yang menjadi referensi yang digunakan.
5. Keberhasilan pembangunan yang telah dilakukan dengan hasil *Value Engineering* tersebut.

Pada beberapa penelitian-penelitian sebelumnya banyak menyebutkan bahwa tahapan atau rencana kerja dari *Value Engineering* memiliki 5 tahapan diantaranya adalah :

1. Tahap Informasi : pada tahap ini seluruh informasi dikumpulkan sebanyak-banyaknya untuk membantu proses pemahaman dan penyelidikan.
2. Tahap Spekulasi : Pada tahap spekulasi ini analisa yang dilakukan adalah dengan menggunakan praduga atau pendapat yang didasarkan dengan pengalaman mendorong penggunaan imajinasi dan pemunculan ide-ide baru tanpa memikirkan praktis atau sulit tidaknya untuk diimplemenasikan
3. Tahap analisis : Tahap ini dilakukan untuk membuat pengamatan mendalam. Dengan informasi yang sudah didapatkan dan beberapa ide-ide spekulasi dapat dilakukan analisa baik teknis maupun non-teknis.
4. Tahap Pengembangan : Dalam tahapan ini dilakukan pengkajian lebih menyeluruh dan spesifik sesuai dengan tahapan analisa.
5. Tahap Penyajian dan Tindak Lanjut : Persiapan dan penyajian kesimpulan dari hasil proses *Value Engineering* ada pada tahap penyajian.

Menurut Zimmerman dan Hart (1982) dalam abma (2015) tahapan *Value Engineering* adalah sebagai berikut :

1. Tahap Infomasi
2. Tahap Kreatif
3. Tahap Pertimbangan
4. Tahap Pengembangan
5. Tahap Rekomendasi

3.5 Hierarki Proyek dalam *Value Engineering*.

Hierarki dalam proyek sangat menentukan untuk keberhasilan penerapan *Value Engineering* terutama jika penerapan tersebut dilakukaan pada tahapan pelaksanaan. jika pemilik proyek telah memutuskan bahwa *Value Engineering*

harus diterapkan untuk penekanan biaya maka beberapa kebutuhan harus dipenuhi untuk memastikan keberhasilan diantaranya ialah:

1. Dukungan Manajemen

Manajemen proyek yang telah ditunjuk oleh pemilik proyek melakukan pemenuhan kebutuhan baik tenaga kerja, pelatihan, akomodasi dan dukungan pelayanan agar tujuan Program *Value Engineering* dapat ditingkatkan, berlanjut dan terpenuhi dengan sukses.

2. Cakupan Program *Value Engineering*

Penentuan cakupan yang akan diterapkan harus jelas dengan penerapan pengurangan biaya dan peningkatan manfaat.

3. Mutu Penyelidikan *Value Engineering*

Terdapat tiga keputusan yang penting untuk memastikan *Value Engineering* memiliki kesempatan keberhasilan, yaitu :

- Pemilihan objek yang diteliti atau diselidiki yang berdasarkan pada keuntungan maksimum dan usaha minimum.
- Durasi penyelidikan
- Jumlah personel seperti : desain, pengembangan, riset, dll.

Manajemen konstruksi adalah konsultan yang menjadi pemeran utama dalam menjalankan proyek agar berjalan sesuai dengan tujuan dan keinginan pemilik proyek. Manajemen konstruksi juga memiliki tugas untuk menganalisa *value engineering* setelah perencanaan selesai dan tender akan dilaksanakan.

3.6 Dinding Penahan Tanah

3.6.1 Pengertian Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah didefinisikan sebagai suatu konstruksi yang berfungsi untuk menahan tanah lepas ataupun tanah dan campuran dengan batuan alami yang berfungsi untuk mencegah terjadinya keruntuhan tanah atau batuan yang miring atau berbentuk lereng yang stabilitasnya tidak mampu menahan lereng tanah/batuan.” (Paulus dan Basuki, 2020).

Struktur dinding penahan tanah didesain untuk menahan tanah pada lereng yang secara alami tidak dapat bertahan (lereng curam, hamper vertical, atau vertical). Dinding penahan tanah ini digunakan untuk membatasi tanah di antara

dua ketinggian berbeda sehingga tanah yang memiliki tinggi lebih tidak akan terjadi longsor me lokasi tanah yang lebih rendah. Desain yang dibutuhkan untuk struktur dinding penahan tanah harus dipastikan tahan terhadap stabilitas terhadap guling, geser lateral, daya dukung dasar dan gaya apung air.”

Menurut Paulus dan Basuki, 2020 terdapat dua elemen penting dalam proses mendesain dinding, yaitu :

- Agar mempertimbangkan efek konstruksi penahan tanah dengan area yang terletak berdekatan atau bersebelahan dengan lokasi dinding penahan tanah.
- Persyaratan untuk perencana dinding penahan tanah belum merencanakan system pemeliharaan *drainase* yang baik terkait dengan adanya dinding penahan tanah. (sering terjadi kegagalan konstruksi dinding disebabkan oleh system yang salam dan pemeliharaan *drainase* yang kurang diperhitungkan).

Menurut AS 4678-2002, klasifikasi struktur dibedakan menjadi 3 (tiga), yaitu :

- Klasifikasi A : Kegagalan struktur yang menyebabkan kerusakan minim dan kehilangan akses.
- Klasifikasi B : Kegagalan struktur yang menyebabkan kerusakan sedang dan kehilangan fungsi layanan.
- Klasifikasi C : kegagalan struktur yang menyebabkan kerusakan yang signifikan atau berisiko terhadap jiwa.

Berbagai jenis dan mode desain dinding penahan tanah perlu diperhitungkan factor keamanan yang berperan penting dalam perencanaan. Selain factor keamanan ada juga factor lain yang perlu juga untuk dipertimbangkan yaitu umur desain, daya tahan dan pengaruh konstruksi pada tanah yang berdekatan.

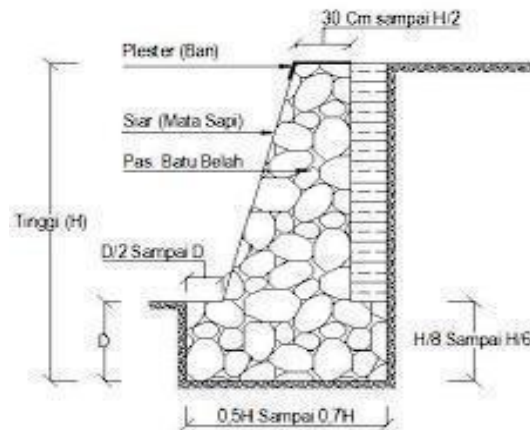
3.6.2 Jenis Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah memiliki beberapa jenis yang berdasarkankebutuhan sesuai dengan kondisi desain dan tanah. golongan dinding penahan tanahdiantaranya adalah dinding gravitasi, dinding kantilaver, dinding *counterfort* dan dinding *buttress*. Berikut ini beberapa penjelasan antara lain adalah:

a. Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (*Gravity Wall*)

Dinding penahan tanah yang memiliki desain beton bertulang atau dapat menggunakan pasangan batu untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperature. Dinding gravitasi ini bergantung terhadap massanya untuk menahan tekanan dari belakang dinding.

Berikut ini adalah gambaran dinding penahan tanah tipe gravitasi.



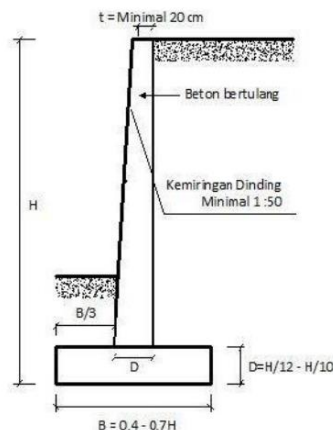
Gambar 3.3 Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

(sumber: Hardiyatmo, 2014)

b. Dinding Penahan Tanah Kantilever (*cantilever retaining wall*)

Dinding penahan tanah ini merupakan kombinasi dari dinding beton bertulang yang berbentuk T untuk mendapatkan stabilitas yang diperoleh dari berat sendiri dan berat tanah diatas tumit tapak (hell). Terkadang dinding kantilever memiliki penyangga di depan atau belakang untuk meningkatkan kekuatan dinding dalam menahan beban besar. Penyangga tersebut berupa dinding sayap pendek pada sudut siku kearah utama dinding.

Berikut ini adalah gambaran dinding penahan tanah tipe kantilever.



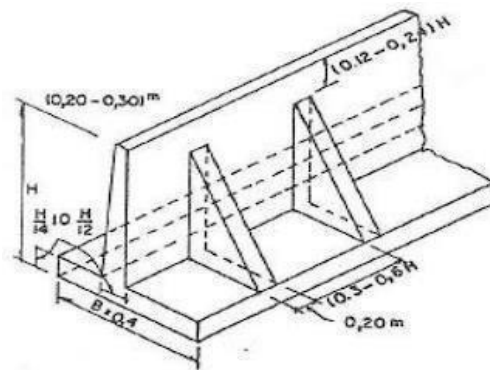
Gambar 3.4 Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

(sumber: Hardiyatmo, 2014)

c. Dinding Penahan Tanah Counterfort

Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang dibagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertical yang disebut *counterfort* (dinding penguat). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertical cukup besar, maka bagian dinding vertical dan tumit perlu disatukan. *Counterfort* berfungsi sebagai pengikat Tarik dinding vertical dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interval jarak tertentu. Dinding *counterfort* akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari 7 meter (Tanjung, 2016).

Berikut ini adalah gambaran dinding penahan tanah tipe counterfort.



Gambar 3.5 Dinding Penahan Tanah Tipe counterfort

(sumber: Hardiyatmo, 2014)

3.7 Stabilitas Struktur

Dalam perencanaan dinding penahan tanah faktor yang menjadi hal utama adalah stabilitas tanah tersebut yaitu stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser serta kapasitas daya dukung tanah. Ketiga variable tersebut harus memenuhi syarat aman dari masing-masing variable hingga perencanaan dinding penahan tanah aman dan tidak terjadi keruntuhan.

3.7.1 Stabilitas Terhadap Guling

Momen penggulingan yang terjadi diakibatkan oleh beban dari dinding penahan tanah itu sendiri sehingga berat dinding penahan tanah harus memiliki berat yang cukup berat disbanding dari momen dari dalam tanah.

Stabilitas guling yang dihitung harus memiliki angka factor aman yang didefinisikan pada Persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$F_s = \frac{\Sigma MR}{\Sigma Mo} \quad (3.1)$$

$$\Sigma MR = W \times b1 \quad (3.2)$$

$$\Sigma M.o = \Sigma P_{ah}h1 + \Sigma P_{av}B \quad (3.3)$$

Keterangan :

ΣMR = momen yang melawan pergulingan (kN.m)

ΣMo = momen yang mengakibatkan pergulingan (kN.m)

W = berat tanah di atas pelat pondasi + berat sendiri dinding penahan (kN)

B = Lebar kaki dinding penahan (m)

ΣP_{ah} = Jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

ΣP_{av} = Jumlah gaya-gaya vertical (kN)

Syarat factor aman minimum terhadap guling tergantung kepada jenis tanah, nilai angka amannya adalah sebagai berikut:

$F_s \geq 1,5$ untuk tanah dasar granular

$F_s \geq 2$ untuk tanah dasar kohesif

3.7.2 Stabilitas Terhadap Geser

Momen yang terjadi akibat gaya yang bekerja secara horizontal akan cenderung mengakibatkan stabilitas geser pada dinding penahan tanah. Gaya tersebut berasal dari gaya tekan pasif dari tanah timbunan yang bersentuhan oleh dinding penahan tanah tersebut.

Stabilitas geser yang dihitung harus memiliki angka faktor aman yang didefinisikan pada Persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$F_s = \frac{\Sigma Rh}{\Sigma Pah} \quad (3.4)$$

Untuk tanah granular ($c=0$)

$$\Sigma Rh = W \times F \quad (3.5)$$

$$= W \times \text{Tan } \delta h \text{ dengan } \delta h \leq \emptyset$$

Untuk tanah kohesif ($\phi = 0$)

$$\Sigma R_h = C_a \times B \quad (3.6)$$

Untuk tanah $c = \phi$ ($\phi > 0$ dan $c = 0$)

$$\Sigma R_h = C_a \times B + W \tan \delta_h \quad (3.7)$$

Keterangan :

ΣR_h = tahanan dinding penahan tanah terhadap geser

W = berat total dinding penahan tanah dan tanah diatas pelat pondasi

δ_h = sudut geser antara tanah dan dasar pondasi ($1/3$ sampai $2/3 \phi$)

C = kohesi tanah dasar

B = lebar kaki dinding penahan tanah (m)

ΣP_{ah} = Jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

f = $\tan \delta_b$ = koefisien gesek antara tanah dasar dan dasar pondasi

3.7.3 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah merupakan kekuatan tanah untuk menahan suatu beban yang bekerja padanya sering halnya disalurkan melalui pondasi. Sedangkan kapasitas daya dukung tanah batas adalah tekanan maksimum yang dapat diterima oleh tanah akibat beban yang bekerja tanpa menimbulkan kelongsoran geser pada tanah pendukung tepat di bawah dan sekeliling pondasi. Di dalam teknik perhitungan banyak terdapat beberapa cara diantaranya adalah perhitungan dari *Terzaghi* (1943), *mayerhof*, *Hansen*, dan *Vesic*. Adapun perhitungan daya dukung tanah menurut *terzaghi* adalah sebagai berikut:

Untuk pondasi lingkaran

$$q_u = 1,3.C.N_c + P_o.N_q + 0,3.\gamma.B.N_\gamma .P_o \quad (3.8)$$

Untuk pondasi bujur sangkar

$$q_u = 1,3.C.N_c + P_o.N_q + 0,4.\gamma.B.N^\gamma \quad (3.9)$$

Untuk pondasi dalam

$$\begin{aligned} q_{ult} &= q_{ujung} + q_{selimut} \\ &= q_u + (K \times F_s \times D) \end{aligned} \quad (3.10)$$

Keterangan :

q_{ult} : Daya dukung ultimit pondasi

γ : Berat volume tanah

D : Kedalaman dasar pondasi

C : kohesi tanah

B : Lebar/diameter pondasi

P_o : Tekanan *Overburden* pada dasar pondasi (kN/m^2)

Akan terjadi kondisi dimana ada penurunan tanah sebelum terjadinya keruntuhan yang biasa disebut "*local shear failure*". Pada kondisi ini rumus daya dukung tanah terzaghi harus diberi reduksi kohesi yaitu:

$$C' = 2/3 c \quad (3.11)$$

Sehingga rumus umumnya menjadi,

$$q_{ult} = 2/3 c \times N_c + \gamma \cdot N_q \cdot D + 0,5.\gamma.B.N^\gamma \quad (3.12)$$

Nilai faktor daya dukung ditentukan oleh besarnya sudut geser dalam dan beberapa dapat dilihat pada tabel 3.2.

θ	N_c	N_q	N_γ	N'_c	N'_q	N'_γ
0°	5,71	1,00	0	3,81	1,00	0
5°	7,32	1,64	0	4,48	1,39	0
10°	9,64	2,70	1,2	5,34	1,94	0
15°	12,8	4,44	2,4	6,46	2,73	1,2
20°	17,7	7,43	4,6	7,90	3,88	2,0
25°	25,1	12,7	9,2	9,86	5,60	3,3
30°	37,2	22,5	20,0	12,7	8,32	5,4
35°	57,8	41,4	44,0	16,8	12,8	9,6
40°	95,6	81,2	114,0	23,2	20,5	19,1
45°	172	173	320	34,1	35,1	27,0

Sumber :*Braja M.Das 1984*

3.8 Manajemen Biaya

3.8.1 Perencanaan Biaya

Hangsen (2017), perencanaan biaya merupakan tahapan pertama dalam manajemen biaya konstruksi. Perencanaan biaya sangat tergantung pada keakuratan data biaya dan dokumentasi historis yang ada. Berikut beberapa keuntungan dari perencanaan biaya yang baik.

1. Meningkatkan nilai manfaat proyek
2. Meningkatkan kualitas dan performa proyek
3. Akuntabilitas terkait anggaran
4. Meningkatkan hubungan yang baik antar pihak
5. Masalah-masalah desain dan biaya dapat segera diidentifikasi dan diantisipasi

3.8.2 Rencana Anggaran Biaya

Anik. R (2020) Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah perhitungan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan sebuah konstruksi bangunan. Perhitungan ini meliputi perhitungan biaya upah, tenaga, biaya pembelian bahan bangunan dan biaya untuk sewa maupun pembelian peralatan yang diperlukan untuk mendirikan bangunan.

Perkiraan biaya atau yang dapat disebut dengan perhitungan anggaran biaya kasar merupakan metode awal untuk mendapatkan rincian anggaran biaya yang lebih mendetail/teliti. Dalam perhitungan anggaran teliti tentu sudah terdapat perhitungan volume pekerjaan, harga dari berbagai macam bahan dan upah pekerjaan yang terjadi pada suatu proyek pada suatu periode waktu tertentu. Rumusan tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut.

$$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Harga} \times \text{Satuan Pekerjaan} \quad (3.1)$$

3.8.3 Macam Rencana Anggaran Biaya

Menurut Anik. R (2020), Menyusun RAB dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

1. Perhitungan Anggaran Biaya Kasar (Taksiran)

Perkiraan harga per meter persegi biasanya diambil dari pedoman harga yang setiap tahunnya dikeluarkan oleh pemerintah daerah setempat. Masing-masing daerah memiliki besaran harga berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lain. Rencana anggaran biaya yang perhitungannya hanya didasarkan pada luas bangunan dikalikan harga per m² nya. Rencana anggaran biaya kasar dipergunakan untuk mengetahui anggaran biaya proyek secara cepat.

2. Rencana Anggaran Biaya Teliti

Rencana anggaran biaya teliti dihitung secara teliti dan cermat dengan menghitung harga satuan dari masing-masing pekerjaan konstruksi. Berdasarkan volume tiap jenis pekerjaan dikalikan harga satuan jenis pekerjaan yang ada pada proyek, sehingga diperoleh rencana anggaran biaya total untuk seluruh proyek. Dengan cara menghitung volume dan harga dari seluruh pekerjaan yang harus dilaksanakan, pekerjaan dapat diselesaikan secara tepat waktu dan memuaskan. Rencana anggaranbiaya terperinci dibagi menjadi dua, yaitu :

- a. Metode harga satuan, dimana seluruh harga satuan dan volume tiap jenis-jenis pekerjaan dihitung.
- b. Metode harga seluruhnya, dimana volume dari bahan yang dipakai dihitung beserta tenaga kerjanya, kemudian dikalikan dengan harga masing-masing lalu dijumlahkan seluruhnya.

Dalam Menyusun rencana anggaran biaya dapat juga berdasarkan jenis modal yang dikelompokkan menjadi dua yaitu modal tetap dan modal modal kerja. Perkiraan harga proyek konstruksi juga memiliki komponen biaya yang terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Menurut Ferdinand dan Hendi (2023), biaya langsung dan tidak langsung adalah sebagai berikut:

1. Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang meliputi kegiatan yang langsung berhubungan dalam proyek tersebut, contohnya adalah biaya pekerja, biaya peralatan, biaya material.

2. Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang tidak berhubungan langsung terhadap proyek diantaranya adalah biaya *overhead* dan biaya tak terduga.

Biaya *overhead* dapat dibagi menjadi dua yaitu biaya umum dan biaya proyek. Sebagai contoh biaya *overhead* adalah gaji karyawan, sewa kantor, biaya dokumentasi perijinan dll.

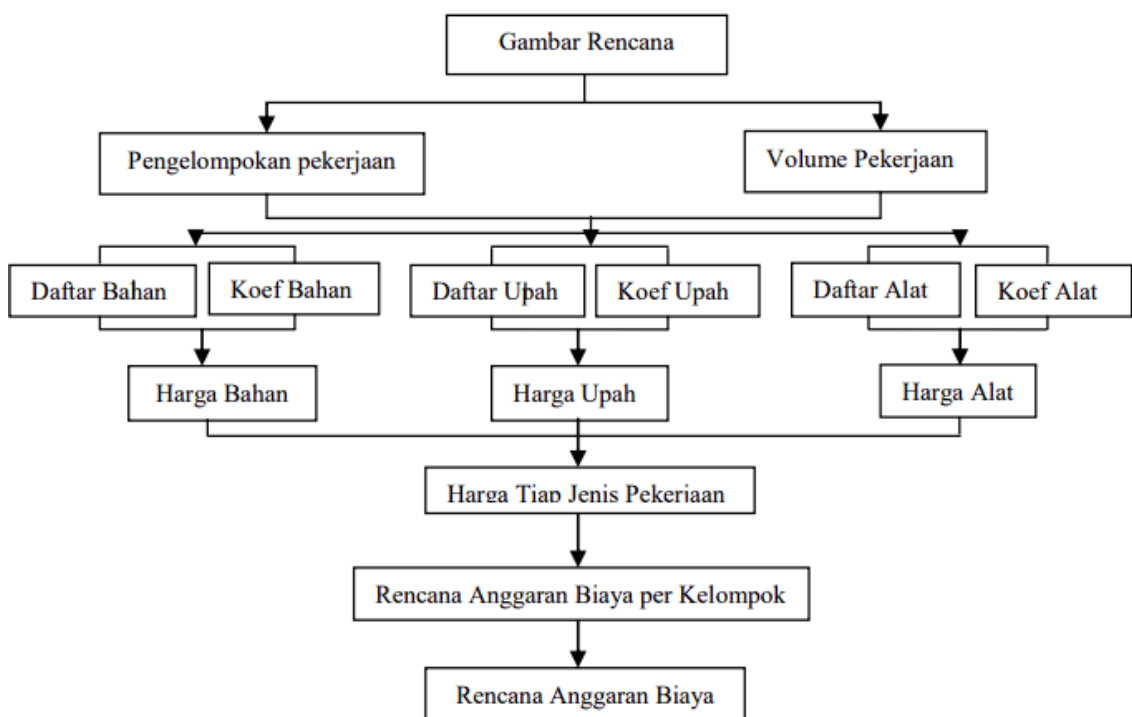
3.8.4 Fungsi Rencana Anggaran Biaya

Secara umum fungsi rencana anggaran biaya dapat dinyatakan sebagai pedoman untuk dilakukannya pelaksanaan sebuah proyek. Selain itu fungsi lain adalah sebagai berikut:

1. Dasar penentuan total biaya yang harus dikeluarkan dari awal persiapan, pelaksanaan hingga perapihan proyek.
2. Acuan anggaran pelaksanaan untuk menentukan metode pelaksanaan proyek.
3. Kontrol *budget* dalam pelaksanaan, jika terjadi pengeluaran yang berlebih dapat menjadi pengontrol untuk pengeluaran tersebut.

3.8.5 Skema Penyusunan RAB

Berikut ini adalah gambar skema penyusunan RAB



Gambar 3.8 Skema Penyusunan RAB

(sumber : penulis)

3.9 Time Schedule Proyek

Time schedule adalah rencana waktu yang telah diterapkan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek, meliputi semua item pekerjaan yang ada. *Time schedule* ini menerangkan kapan waktu diulai pekerjaan, lama waktu pekerjaan atau durasi dan waktu selesai pekerjaan yang meliputi pekerjaan pembuatan rumah, Gedung, kantor, jalan raya, jembatan, dan semua konstruksi bangunan sipil lainnya. *Time schedule* biasanya dibuat dalam bentuk bar chart dan *network planning*. Saat ini bentuk *bar chart* sangat sering digunakan dalam penyajian data time schedule karena bentuk ini memudahkan kita dalam kegiatan selanjutnya yaitu pembuatan kurva S. (M Taqwa Sitompul, 2018).

3.9.1 Tujuan Time Schedule

Tujuan dari pembuatan *time schedule* ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan urutan pekerjaan, agar sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan yang ada, sehingga pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar dan tercapai dengan efisien dan mutu pekerjaan yang memenuhi persyaratan teknis.
2. Mendeteksi terjadinya keterlambatan pelaksanaan pekerjaan, bila terjadi keterlambatan dapat dicegah sedini mungkin atau diambil kebijakan lain, sehingga tidak terlalu mengganggu kelancaran pekerjaan lain.
3. Memperkirakan jumlah sumber daya (material, manusia, peralatan, dan lain-lain) yang harus disediakan pada waktu tertentu.
4. Pedoman bagi kontraktor dan konsultan pengawas untuk mengatur kecepatan pelaksanaan proyek.
5. Referensi bagi pemilik, konsultan pengawas dan kontraktor untuk mengontrol kemajuan pekerjaan proyek.
6. Pedoman bagi konsultan pengawas dan kontraktor untuk mengevaluasi pekerjaan yang telah diselesaikan.

3.9.2 Pembuatan Time Schedule

Menyusun *time schedule* yang baik membutuhkan beberapa cara antara lain:

- a. Gambar kerja proyek
- b. Rencana anggaran pelaksanaan
- c. *Bill of quantity* (BOQ)
- d. Data lokasi proyek
- e. Data sumber daya meliputi material, peralatan, sub kontraktor yang harus didatangkan ke lokasi proyek.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah salah satu metode atau rangkaian proses untuk mendapatkan hasil penelitian yang diinginkan. Menurut Muhiddin Sirat “Metodologi merupakan cara menentukan dan memilih topik permasalahan untuk dijadikan sebagai penentuan judul penelitian itu sendiri”. Secara umum maka metodologi dapat dikatakan sebagai proses yang berisi tentang metode-metode ilmiah dengan penjelasan tahapan atau langkah hingga kepada batasan-batasan topik permasalahan itu sendiri.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

4.2.1 Subjek Penelitian

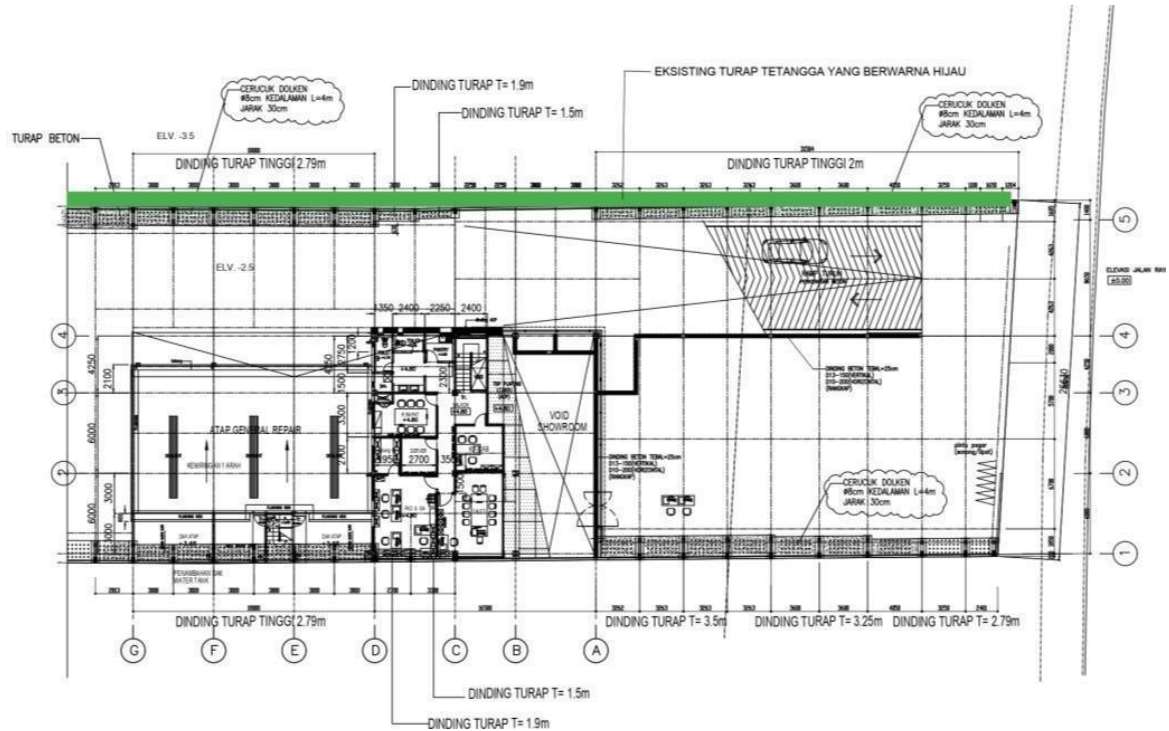
Subjek penelitian merupakan suatu tempat atau orang atau benda yang diamatidalam sebuah penelitian sebagai sasaran. Dalam hal ini subjek penelitian adalah Proyek Pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA Palembang dengan luas bangunan $\pm 1.181 \text{ m}^2$ terdiri dari 2 lantai dan 1 mezzanine. Lantai dasar (Semi Basement) berfungsi sebagai Bengkel Mobil, Lantai 1 berfungsi sebagai Showroom Mobil dan Lantai Mezzanine Berfungsi sebagai Kantor.

4.2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian dapat dikatakan sebagai ruang lingkup yang akan diteliti, atau dapat juga dikatakan suatu variable penelitian yang akan dilakukan. Merupakan sasaran ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan yang objektif. Pada penelitian kali ini objek yang akan dianalisis adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Dinding Penahan Tanah. Kebutuhan Pekerjaan Dinding PenahanTanah pada area yang terdapat turap tetangga.

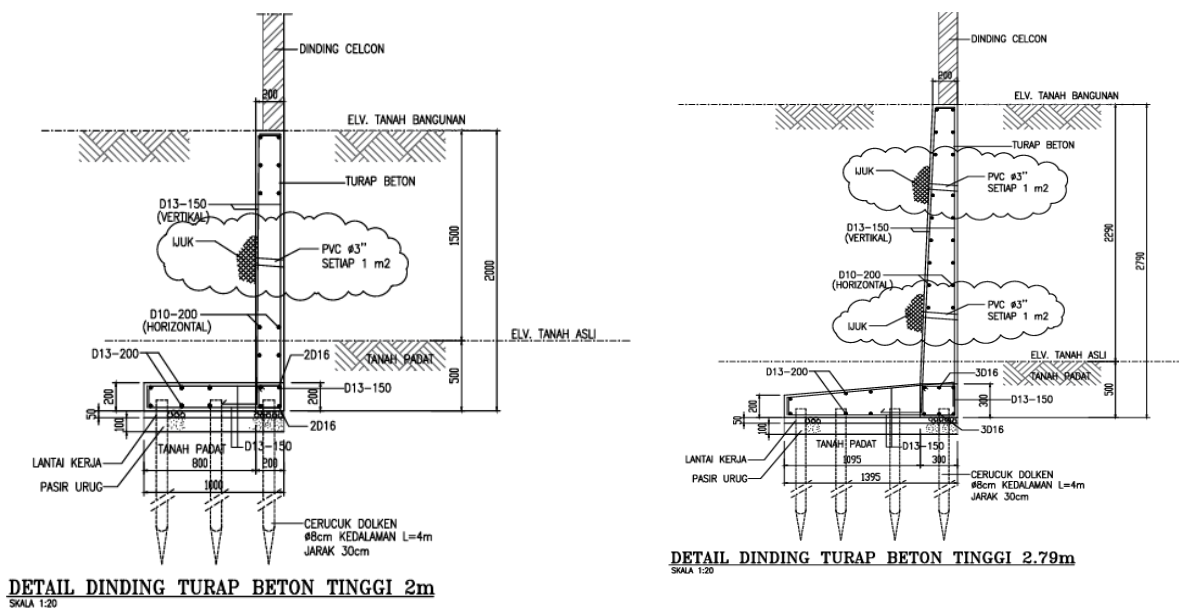
Berikut ini adalah gambar denah dinding penahan tanah sesuai dengan kontrak yang tertera dan dikeluarkan oleh perencana.



Gambar 4.1 Denah Dinding Penahan Tanah dari Perencana

(Sumber : PT. Arsidian Ciptamassa, 2023)

Berikut ini adalah gambar detail dinding penahan tanah sesuai dengan kontrak yang tertera dan dikeluarkan oleh perencana



Gambar 4.2 Detail Penampang Dinding Penahan Tanah dari Perencana

(Sumber : Peneliti, 2023)

Gambar kondisi lapangan terkait turap eksisting



Gambar 4.3 Kondisi lapangan tanah urugan dengan turap eksisting

(Sumber : Peneliti, 2023)

2. Lokasi Proyek Pembangunan *Showroom, Office* dan *Workshop* KIA-Palembang di Jl. Tanjung Api-Api, Kebun Bunga, Sukarami, Palembang, Sumatera Selatan. (Depan Taman Kelengkeng)

3. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada jam kerja dan disesuaikan dengan situasi dan kondisidi lapangan. Observasi dilaksanakan pada September 2023 – Februari 2024.

4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data

Data adalah sesuatu yang belum mempunyai arti bagi penerimanya dan masih memerlukan adanya suatu pengolahan. Adapun sumber dan metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Data primer

Data Primer merupakan data yang saat itu juga didapatkan, atau data langsung. Adapun data primer dalam penelitian ini adalah hasil pengukuran elevasi tanah urugan, Data desain perencanaan pekerjaan Dinding Penahan Tanah dan Time Schedule Proyek. Pengukuran elevasi dan time schedule dalam penelitian ini adalah hasil dari praktisi yang memiliki keahlian pada bidang pelaksanaan serta desain struktur pekerjaan Dinding Penahan Tanah adalah hasil dari ahli struktur yang ditunjuk oleh Owner.

2. Data sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada dapat diambil dari penelitian sebelumnya maupun data lain yang sudah dalam proses pengolahantidak berupa data mentahan. Pada penelitian ini, data sekunder yang didapatkan adalah sebagai berikut ini :

- a. Literatur terkait.
- b. Data komparasi harga tender.
- c. Data dasar value engineering tahap pertama dari sisi pemilik proyek.
- d. Data penawaran harga kontraktor yang telah disepakati bersama.
- e. Harga satuan pelaksana.

4.4 Sistematis Penelitian

Sebuah data yang diolah dan dianalisa harus disusun secara sistematis agar dapat dimengerti dan dapat dijelaskan secara runtut proses penelitian tersebut. Berikut ini merupakan tahapan sistematis sebuah penelitian :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk memperdalam pengetahuan terkait objek yang akan diteliti sehingga pembahasan menjadi lebih mendalam dan lebih ilmiah.

2. Menentukan objek dan lokasi penelitian

Penentuan objek dan lokasi penelitian melakukan observasi lapangan dan identifikasi permasalahan agar objek dan lokasi penelitian sesuai dengan penelitian yang akan kita lakukan. Selanjutnya mengurus perizinan terkait penggunaan lokasi penelitian tersebut.

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang dibutuhkan, diantaranya data desain perencanaan untuk kemudian dianalisis, hasil pengukuran lapangan, dokumentasi, dan data sekunder lainnya.

4. Analisis data

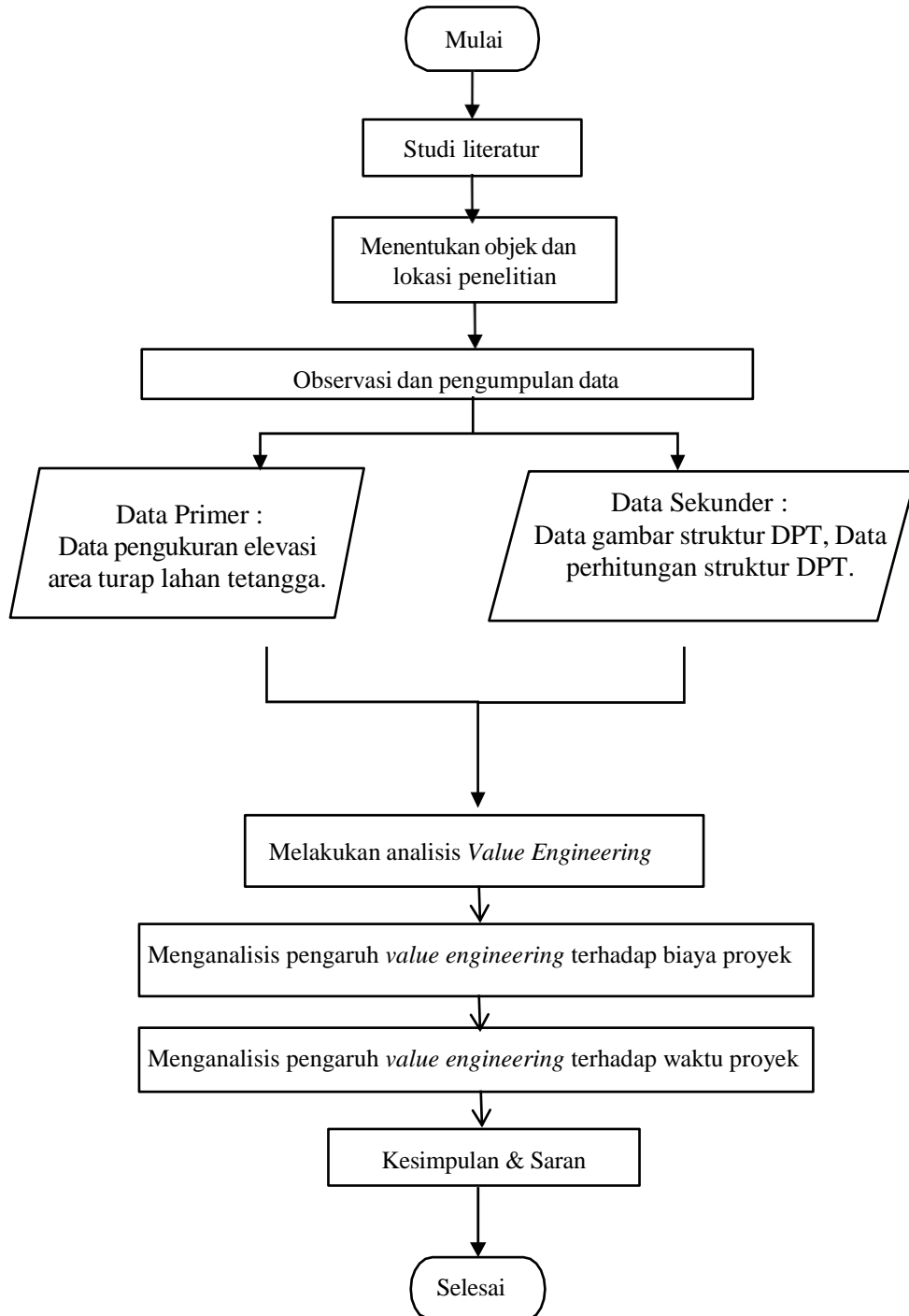
Analisis data adalah penyederhanaan data yang sudah diperoleh agar lebih mudah dipahami. Data-data yang telah dikumpulkan baik primer maupun sekunder dianalisis dan dijadikan bahan untuk pembahasan serta mendapatkan hasil penelitian.

5. Pembahasan dan kesimpulan

Setelah melakukan analisis data, selanjutnya dilakukan pembahasan dengan menguraikan setiap proses hingga mendapatkan hasil akhir berupa kesimpulan. Kesimpulan berisi tujuan penelitian yang sudah ditentukan pada Bab I dengan isi yang singkat, padat, dan mencakup semua proses.

4.5 Bagan Alir

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab sebelumnya menjelaskan bagaimana metode yang digunakan pada penelitian ini, dan pada bab ini akan dijelaskan secara rinci analisis *Value Engineering* dan Pembuatan *Time Schedule* yang diakibatkan dari analisis *Value Engineering* sesuai dengan metode pada bab sebelumnya. Adapun uraian penelitian adalah sebagai berikut.

5.1 Analisis *Value Engineering*.

5.1.1 Tahap Informasi

Tahap Informasi merupakan tahap analisis *value engineering* yang paling mempengaruhi tahapan tahapan lain dikarenakan kelengkapan seluruh data informasi ada pada tahapan ini. Berikut ini adalah beberapa data yang dapat dilakukan menjadi dasar melakukan analisis *value engineering* untuk tahap selanjutnya:

5.1.1.1 Data Umum Proyek

Berikut ini merupakan data umum Proyek Pembangunan *Showroom, Workshop* dan *Office KIA Tj. Api-Api, Palembang*.

1. Nama proyek : Proyek Pembangunan *Showroom, Workshop* dan *Office KIA Tj. Api-Api, Palembang*.
2. Pemilik proyek : PT. Wahana Wirawan (Indomobil Group).
3. Konsultan perencana : PT. Arsidian Ciptamassa.
4. Konsultan MK : PT. Bringin Rancang Sejahtera.
5. Konstruksi bawah : Tiang pancang 25x25 kedalaman 13-10 m.
6. Konstruksi atas : Struktur Baja dan Plat bondek beton bertulang.
7. Luas Bangunan : $\pm 1.181,2 \text{ M}^2$

8. Luas Showroom : ± 556,4 M²
9. Luas Workshop : ± 624,8 M²
10. Durasi pelaksanaan : 5 Juni 2023 – 31 Desember 2023. (210 Hari kalender)
11. Lokasi proyek : Jl. Tanjung Api-Api, Kebun Bunga, Sukarami, Palembang, Sumatera Selatan.

5.1.1.2 Data Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

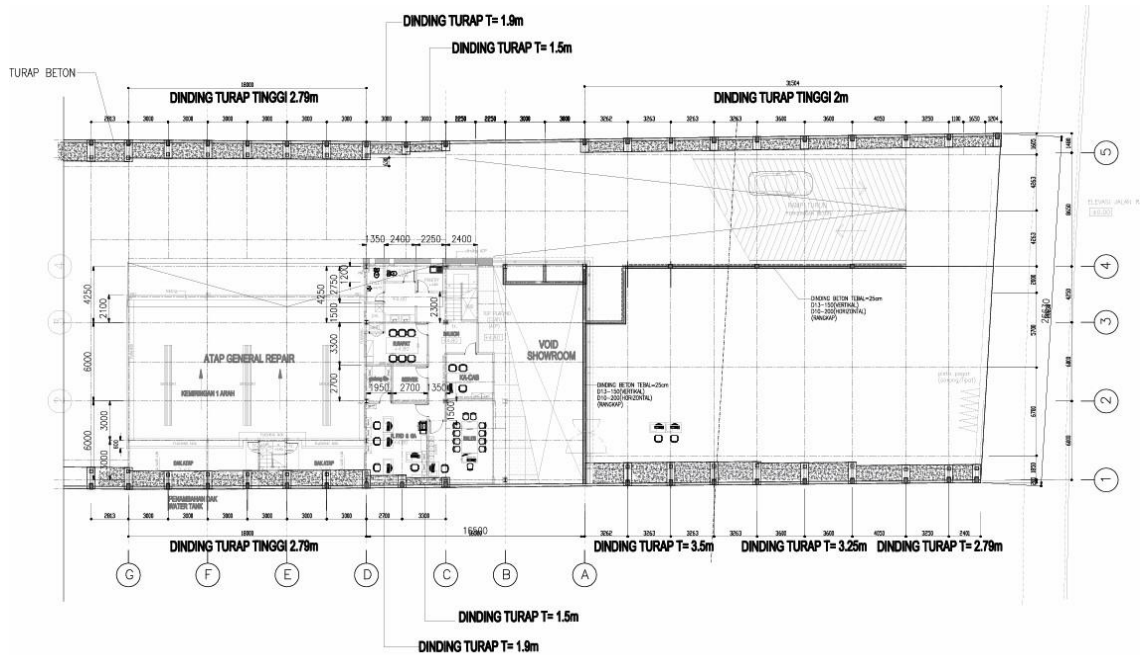
Berdasarkan laporan penyelidikan tanah pada perencanaan Showroom, Workshop dan Office KIA Tj. Api-Api, Palembang didapatkan data sebagai berikut.

- a. Penyordinar – ringan dilakukan 3 titik dengan alat kapasitas 2,5 tonf dilengkapi dengan “Adhesion Jacket Conde” dan yang dilaksanakan sampai mencapai lapisan tanah keras dengan tekanan konus >250 kgf/cm²
- b. Pengeboran – dalam sebanyak 2 titik lubang dengan kedalaman sampai 20 meter ; 31.50 meter.
- c. Tanah keras sampai pada kedalaman 12-15 m.
- d. Muka air tanah tercatat pada kedalaman 0.5 – 2.5 m.
- e. Alternatif yang direkomendasikan pondasi tiang pancang dengan penampang 25-35 dengan Panjang 15 m terhadap permukaan jalan raya.

5.1.1.3 Data Teknis Pelaksanaan

Rencana struktur dinding penahan tanah dari perencanaan adalah dinding penahan tanah beton bertulang dengan data data di bawah ini.

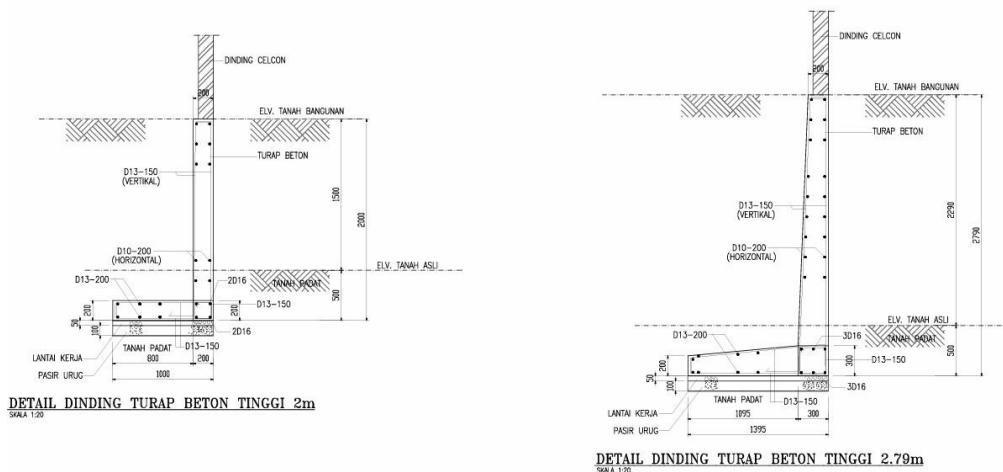
Berikut ini adalah gambar denah dinding penahan tanah yang direncanakan oleh pihak perencana:



DENAH DINDING TURAP BETON
SKALA 1 : 300

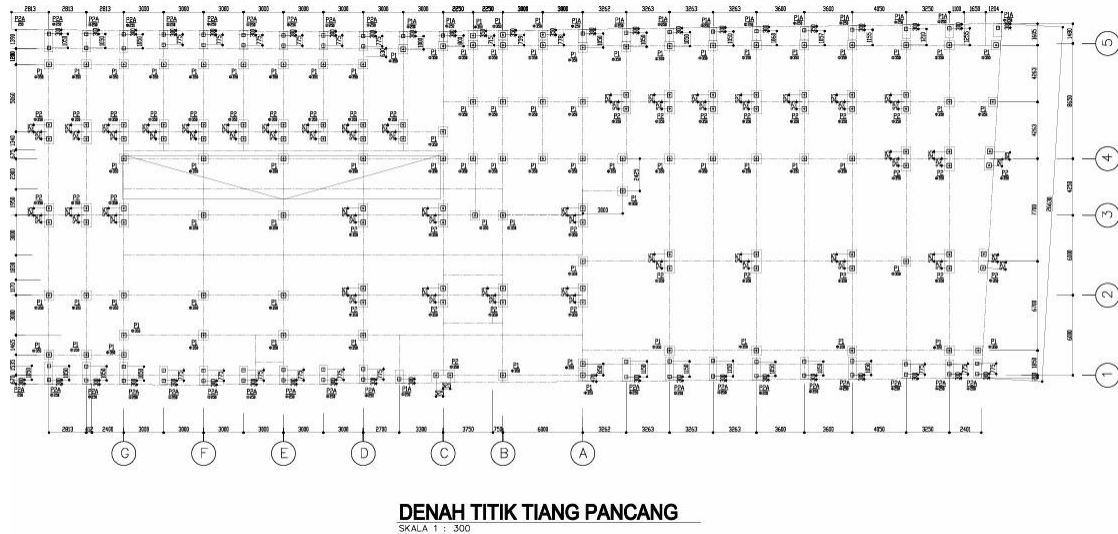
Gambar 5.1 Denah Dinding Penahan Tanah
(Sumber : Dokumen Perencana PT. Arsidian)

Berikut ini adalah gambar detail dinding penahan tanah yang direncanakan oleh pihak perencana:



Gambar 5.2 Detail Dinding Penahan Tanah
(Sumber : Dokumen Perencana PT. Arsidian)

Berikut ini adalah gambar detail dinding penahan tanah yang direncanakan oleh pihak perencana:



Gambar 5.3 Denah Titik Pondasi Tiang Pancang

(Sumber : Dokumen Perencana PT. Arsidian)

Berdasarkan gambar 5.2, gambar 5.3 dan gambar 5.4 dan Informasi dari Rencana Kerja dan Syarat didapatkan data sebagai berikut.

1. Dimensi fondasi tiang pancang 25x25.
2. Kedalaman tiang pancang yang direncanakan adalah -16.00 m dari elevasi rencana (hingga tanah keras)
3. Tulangan yang digunakan 4D16 dengan mutu tulangan baja U-39
4. Sengkang spiral A-28 / baja tulangan 8 mm dengan mutu U-24
5. Penetrasi tiang saat 10 pukulan terakhir adalah 1 cm/10 pukulan.

Pada saat sebelum pembuatan kontrak dilakukan negosiasi pengurangan harga, sehingga analisis sementara yang dilakukan adalah analisis langsung dari pemilik proyek untuk melakukan pengurangan dinding penahan tanah pada area yang terdapat turap eksisting dan titik tiang pancang daerah tersebut juga dihilangkan.

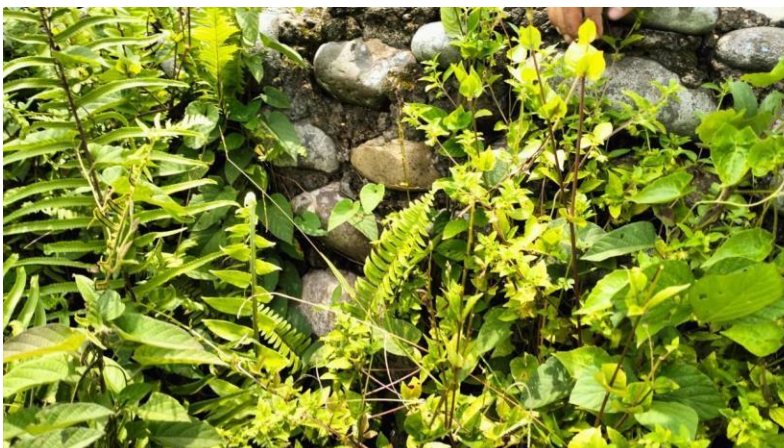
Berikut ini adalah gambar turap eksisting lahan tetangga yang bersebalahan langsung dengan lahan pembangunan.



Gambar 5.4 Gambar Turap Eksisting 1
(Sumber : Dokumen Lapangan)



Gambar 5.5 Gambar Turap Eksisting 2
(Sumber : Dokumen Lapangan)



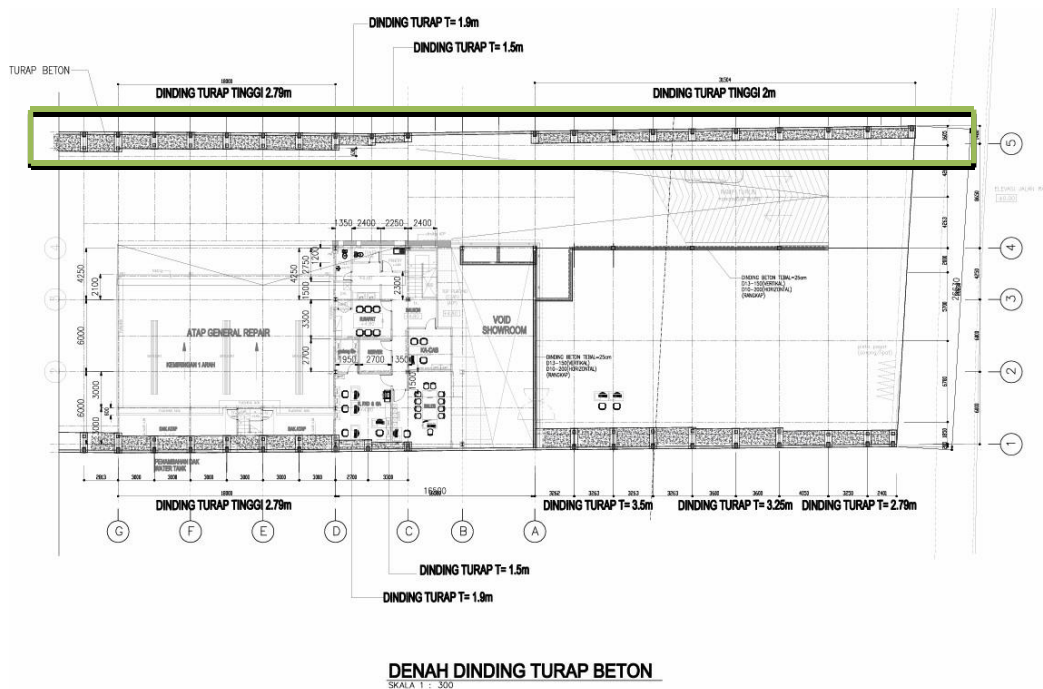
Gambar 5.6 Gambar Turap Eksisting 4
(Sumber : Dokumen Lapangan)

Dengan adanya turap pada area tersebut maka dalam kontrak pelaksana untuk Dinding Penahan Tanah area as 5 dihilangkan dan titik tiang pancang pada area tersebut juga dihilangkan dan tidak dimasukkan ke dalam BQ pada kontrak hingga dikeluarkannya SPK.

Tabel 5.1 Bill of quantity dinding penahan tanah dalam kontrak
(Sumber : Dokumen kontrak)

Total harga dind penahan tanah seluruhnya terdiri dari				
- Dind tinggi 4m panjang 0m (0 segmen)	segn	0.00	49,589,000	0
- Dind tinggi 3.50m panjang 12 m (4 segmen)	segn	4.00	39,102,617	156,410,468
- Dind tinggi 3.25m panjang 14.25 m (5 segmen)	segn	4.00	36,928,133	147,712,532
- Dind tinggi 2.79m panjang 27 m (9 segmen)	segn	9.00	33,540,238	301,862,142
- Dind tinggi 2m panjang 0 m (0 segmen)	segn	0.00	19,468,778	0
- Dind tinggi 1.90m panjang 3 m (1 segmen) P1A	segn	1.00	18,330,322	18,330,322
- Dind tinggi 1.50m panjang 3 m (1 segmen) P1A	segn	1.00	15,981,421	15,981,421
- Pile Cap Penutup (Dinding turap t, 3.25 m)	bh	1.00	22,771,108	22,771,108
- Pile Cap Penutup (Dinding turap t, 3.5 m)	bh	1.00	23,365,934	23,365,934

Berikut ini adalah gambar denah area dinding penahan tanah yang telah di hilangkan yaitu area yang diberi tanda kotak hijau.



Keterangan,



: Area yang terdapat turap eksisting dan dihilangkan dalam kontrak.

Gambar 5.7 Gambar denah dinding turap
(Sumber : Dokumen Lapangan)

5.1.2 Tahap Analisis Fungsi

Pada tahapan analisis fungsi ini dilakukan analisis mendalam terkait penghilangan dinding penahan tanah pada area turap eksisting. Tahapan ini peneliti melakukan dua analisis yang pertama yaitu analisis secara visual dan analisis secara perhitungan.

1. Analisis Fungsi secara visual dan kebutuhan

- Analisis yang pertama adalah bahwa turap eksisting ini adalah turap yang berada pada lahan samping dengan kepemilikan yang berbeda dari lahan showroom, dan hasil dari pengukuran di lapangan terdapat beda tinggi kurang lebih 1.5 m sehingga dikhawatirkan jika pemilik lahan samping menginginkan untuk membongkar turap tersebut maka akan berdampak pada struktur tanah area bangunan showroom ini.
- Jika dilihat secara visual, turap ini dibuat untuk batas keliling lahan menggunakan batu kali dan dibebani oleh pagar BRC, kondisi saat ini terdapat kemiringan di beberapa titik tertentu yang dirasa akan mengganggu kestabilan tanah urugan tersebut. Agar dapat tergambarkan berikut ini adalah beberapa foto turap eksisting yang dirasa sudah mengalami kemiringan.



Gambar 5.8 Gambar elevasi dan kemiringan di lapangan

(Sumber : Dokumen Lapangan)

2. Analisis Fungsi Menggunakan Perhitungan

Untuk memperkuat analisis fungsi secara visual, dilakukan analisis fungsi perhitungan sederhana sebagai berikut :

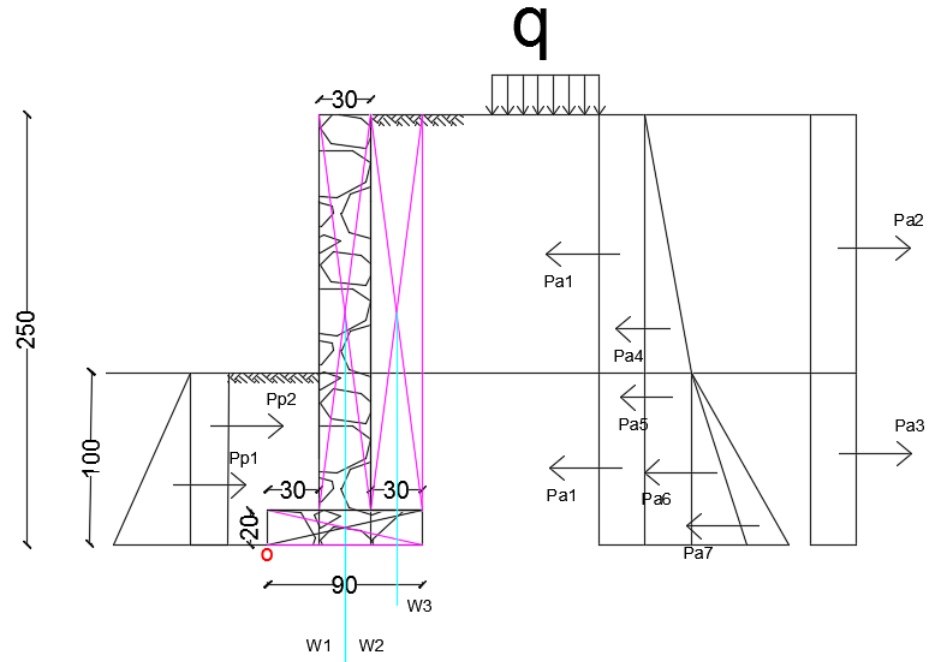
a. Data parameter perhitungan

Tabel 5.1 Data Parameter Tanah

No	Parameter	Nilai	Satuan
1	Tanah Lapis 1		
	Berat vol tanah basah (g)	18.6	kN/m ³
	Berat vol tanah jenuh (gsat)	15.332	kN/m ³
	Berat vol tanah kering (gd)	15.158	kN/m ³
	Sudut geser	17.5	°
	Kohesi	20	kN/m ²
	Kadar air (w)	0.568	
	Gs	2.615	
	Angka pori (e)	1.869	
2	Tanah Lapis 2		
	Berat vol tanah basah (g)	16.7	kN/m ³
	Berat vol tanah jenuh (gsat)	16.992	kN/m ³
	Berat vol tanah kering (gd)	13.191	kN/m ³
	Sudut geser	13.5	°
	Kohesi	27	kN/m ²
	Kadar air (w)	1.12	
	Gs	2.552	
	Angka pori (e)	1.12	
3	Berat jenis batu kali (gc)	22.57	kN/m
4	Beban merata (q)	20.5	kN/m ²

b. Perhitungan berat dan gaya pada Turap Eksisting

Berikut ini merupakan ilustrasi gambar detail turap eksisting dengan asumsi dimensi yang diambil dari lapangan.



Gambar 5.9 Gambar Ilustrasi Turap Eksisting

(Sumber : Ilustrasi Data Lapangan)

Tabel 5.2 Gaya Vertikal

Gaya	Luas (m ²)	Berat jenis (kN/m ³)	Berat (W) (kn)	Jarak terhadap titik O (m)	Momen terhadap titik O (kNm)
W1	0.69	22.57	15.573	0.45	7.008
W2	0.18	22.57	4.063	0.45	1.828
Wa	0.69	22.57	15.573	0.75	11.679
		ΣV =	35.209	ΣMR =	20.516

c. Perhitungan tekanan tanah

Tekanan tanah aktif dihitung berdasarkan metode rankine, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_{a1} &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) & K_{a1} &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 17.5/2) & &= \tan^2 (45 + 13.5/2) \\
 &= 0.538 & &= 0.622
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_p &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 22.5/2) \\
 &= 2.239
 \end{aligned}$$

Setelah K_a dan K_p didapat, selanjutnya dihitung tekanan tanah aktif (P_a) dan pasif (P_p) seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.3 Tekanan tanah aktif (P_a)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pa1	HqK_a	27.326	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pa2	$-2cHVK_a1$	-73.323	akibat kohesi aktif
Pa3	$-2cHVK_a2$	-106.425	
Pa4	$0,5\gamma b_1 x h_1^2 \times K_a1$	11.250	akibat tekanan tanah lapis 1
Pa5	$\gamma_1 h_1 h_2 K_a2$	17.339	akibat berat tanah lapis 1 yang mempengaruhi lapis 2
Pa6	$0,5\gamma_2 h_2^2 K_a2$	5.280	akibat tekanan tanah lapis 2
Pa7	$0,5\gamma_{batu} x h_3^2 \times K_a$	18.140	akibat berat dpt atas
	Total $P_a =$	-100.414	

Tabel 5.4 Tekanan tanah pasif (P_p)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pp1	$0,5\gamma_2 h D^2 K_p$	18.703	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pp2	$2cx D x V K_p$	59.864	akibat kohesi aktif
	Total $P_p =$	78.567	

P_h = P_a dikarenakan tidak ada lereng pada atas DPT.

$$\begin{aligned} \sum M.o &= P_h \times H/3 \\ &= -100.414 \times 2.5/3 \\ &= -83.678 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Faktor Keamanan untuk DPT

Nilai safety factor Turap eksisting akibat beban statis memiliki 3 faktor yaitu tahan terhadap guling, tahan terhadap geser dan tahan terhadap daya dukung.

1. Faktor keamanan terhadap guling (Overturning)

$$\begin{aligned} SF (\text{Overturning}) &= \frac{\sum M.R}{\sum M.o} \\ &= \frac{20.516}{-83.678} \\ &= -0.245 < 2, \text{ maka tidak aman} \end{aligned}$$

2. Faktor keamanan terhadap geser (*Slidding*)

$$SF (Slidding) = \frac{(\Sigma V) \tan(2/3\Phi) + \left(B * \frac{2}{3}c\right) + Pp}{Pa}$$

K adalah koefisien gesek dengan nilainya adalah 2/3. Sehingga nilai SF adalah sebagai berikut :

$$SF (Slidding) = \frac{(35.209) \tan\left(\frac{2}{3} * 17.5\right) + \left(0.9 * \frac{2}{3} * 0.3\right) + 78.567}{-100.414}$$

$$= -0.857 < 2, \text{ maka tidak aman}$$

3. Faktor Keamanan Daya Dukung Tanah

eksentrisitas (e)

$$e = B/2 - \frac{\Sigma MR - Mo}{\Sigma V}$$

$$= 0.9/2 - \frac{20.516 - (-83.678)}{35.209}$$

$$= -2.509 < B/6, \text{ maka aman}$$

$$q_{\max} = \frac{\Sigma V}{B} (1 + (6e/B))$$

$$= -615.326 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{\Sigma V}{B} (1 - (6e/B))$$

$$= 693.569 \text{ kN/m}^2$$

Berdasarkan table nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi (1943), dengan sudut geser terbesar sebesar 22.5 maka diperoleh nilai

$$N^{\prime}c = 12.92$$

$$N^{\prime}q = 4.48$$

$$N^{\prime}y = 2.56$$

$$q_u = c \times N^{\prime}c + \gamma \times D \times N^{\prime}q + 0.5 \times \gamma \times B \times N^{\prime}y$$

$$= 27 \times 12.92 + 16.7 \times 1 \times 4.48 + 0.5 \times 16.7 \times 0.9 \times 2.56$$

$$= 442.894 \text{ kN/m}^2$$

$$FS \text{ daya dukung} = q_u/q_{\max}$$

$$= 442.894 / -615.326$$

$$= -0.719 < 3 \text{ maka tidak aman}$$

e. Rekapitulasi Keseluruhan Analisis Turap Eksisting

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil analisis perhitungan sederhana turap eksisting pada tahap analisis fungsi pada *Value Engineering* .

Tabel 5.5 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Sederhana Turap Eksisting

Stabilitas Guling	Stabilitas Geser	Eksentrisitas (e)	Kapasitas Daya Dukung Tanah	Cek
$-0.245 < 2$ (Tidak aman)	$-0.856 < 2$ (Tidak aman)	$-2.509 < B/6$ (Aman)	$-0.719 < 3$ (Tidak aman)	Tidak Aman

Dari rekapitulasi yang ada pada tabel 5.4 maka dapat disimpulkan bahwa turap eksisting yang ada tidak aman untuk menahan beban area *showroom* tersebut, sehingga perlu dibuatkan dinding penahan tanah yang aman.

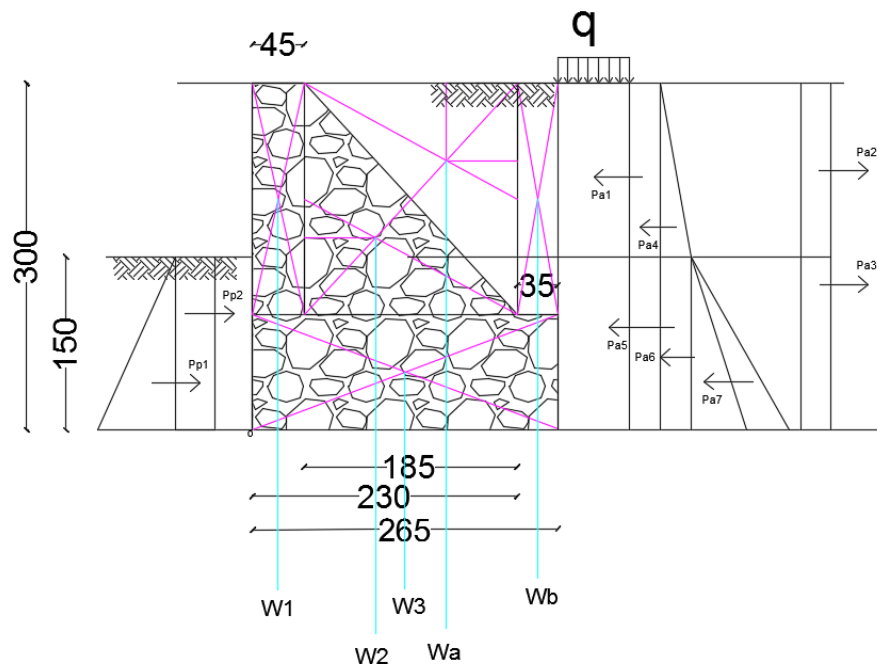
5.1.3 Tahap Kreatif

Setelah didapatkan hasil dari tahap analisis fungsi bahwa turap eksisting kepemilikan lahan tetangga tidak aman untuk digunakan sebagai dinding penahan tanah area *Showroom, Office dan Workshop KIA*, oleh karena itu tahapan *value engineering* selanjutnya adalah tahap kreatif yang dilakukan untuk menemukan beberapa alternatif pengganti turap eksisting sebagai pengambilan keputusan.

5.1.3.1 Dinding Penahan Tanah Alternatif Pertama

Dinding penahan tanah alternatif pertama adalah dengan turap batu kali dengan dimensi yang direncanakan disesuaikan dengan kebutuhan lapangan lalu dilakukan perhitungan sederhana seperti yang dilakukan pada tahapan sebelumnya.

Berikut ini adalah gambar dinding penahan tanah yang direncanakan menggunakan batu kali :



Gambar 5.10 Gambar DPT alternatif pertama
(Sumber : Penulis)

a. Perhitungan berat dan gaya

Tabel 5.6 Gaya Vertikal

Gaya	Luas (m ²)	Berat Jenis (kN/m ³)	Berat (W) (kn)	Jarak terhadap titik O (m)	Momen terhadap titik O (kNm)
W1	0.9	22.57	20.313	2.425	49.259
W2	1.85	22.57	41.754	1.589	66.368
W3	2.65	22.57	59.810	1.325	79.248
Wa	1.85	18.6	34.41	1.034	35.597
wb	0.7	18.6	13.02	0.175	2.278
		ΣV =	169.308	ΣMR =	232.752

b. Perhitungan tekanan tanah

Tekanan tanah aktif dihitung berdasarkan metode rankine, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Ka1 &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) & Ka1 &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 17.5/2) & &= \tan^2 (45 + 13.5/2) \\
 &= 0.538 & &= 0.622 \\
 \\
 Kp &= \tan^2 (45 + \emptyset/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 22.5/2) \\
 &= 2.239
 \end{aligned}$$

Setelah K_a dan K_p didapat, selanjutnya dihitung tekanan tanah aktif (P_a) dan pasif (P_p) seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.7 Tekanan tanah aktif (P_a)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pa1	HqK_a	41.032	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pa2	$-2cH\sqrt{K_a1}$	-43.994	akibat kohesi aktif
	$-2cH\sqrt{K_a2}$	-63.855	
Pa3	$0,5\gamma b1xh1^2xK_a1$	11.250	akibat tekanan tanah lapis 1
Pa4	$\gamma1h1h2K_a2$	26.009	akibat berat tanah lapis 1 yang mempengaruhi lapis 2
Pa5	$0,5\gamma2h2^2K_a2$	11.880	akibat tekanan tanah lapis 2
Pa6	$0,5\gamma\text{batu kalix}h^2xK_a$	26.161	akibat berat dpt atas
	Total $P_a =$	8.482	

Tabel 5.8 Tekanan tanah pasif (P_p)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pp1	$0,5\gamma2hD^2K_p$	42.080	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pp2	$2xcx\sqrt{K_p}$	89.796	akibat kohesi aktif
	Total $P_p =$	131.877	

P_h = P_a dikarenakan tidak ada lereng pada atas DPT.

$$\begin{aligned} \sum M.o &= P_h \times H/3 \\ &= 8.482 \times 3/3 \\ &= 8.482 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

c. Faktor Keamanan untuk DPT

Nilai safety factor Turap eksisting akibat beban statis memiliki 3 faktor yaitu tahan terhadap guling, tahan terhadap geser dan tahan terhadap daya dukung.

1. Faktor keamanan terhadap guling (Overturning)

$$\begin{aligned} SF (\text{Overturning}) &= \frac{\sum M.R}{\sum M.o} \\ &= 27.439 > 2, \text{ maka aman} \end{aligned}$$

2. Faktor keamanan terhadap geser (*Slidding*)

$$SF (Slidding) = \frac{(\Sigma V) \tan(2/3\Phi) + \left(B * \frac{2}{3}c\right) + Pp}{Pa}$$

K adalah koefisien gesek dengan nilainya adalah 2/3. Sehingga nilai SF adalah sebagai berikut :

$$SF (Slidding) = \frac{169.308 \tan\left(\frac{2}{3} * 17.5\right) + \left(2.65 * \frac{2}{3} * 2.3\right) + 131.877}{19.376}$$

$$= 20.147 > 2, \text{ maka aman}$$

3. Faktor Keamanan Daya Dukung Tanah

eksentrisitas (e)

$$e = B/2 - \frac{\Sigma MR - Mo}{\Sigma V}$$

$$= 2.65/2 - \frac{232.752 - 8.482}{169.308}$$

$$= 0.0003 < B/6, \text{ maka aman}$$

$$q_{\max} = \frac{\Sigma V}{B} (1 + (6e/B))$$

$$= 63.943 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{\Sigma V}{B} (1 - (6e/B))$$

$$= 63.835 \text{ kN/m}^2$$

Berdasarkan table nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi (1943), dengan sudut geser terbesar sebesar 22.5 maka diperoleh nilai

$$N_c = 12.92$$

$$N_q = 4.48$$

$$N_y = 1.55$$

$$q_u = c \times N^c + \gamma \times D \times N^q + 0.5 \times \gamma \times B \times N^y$$

$$= 27 \times 12.92 + 16.7 \times 1.5 \times 4.48 + 0.5 \times 16.7 \times 2.65 \times 2.56$$

$$= 482.228 \text{ kN/m}^2$$

$$FS \text{ daya dukung} = q_u / q_{\max}$$

$$= 482.228 / 63.943$$

$$= 7.541 > 3 \text{ maka aman}$$

d. Rekapitulasi analisis alternatif pertama

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil analisis perhitungan sederhana alternatif pertama tahap kreatif pada *Value Engineering* .

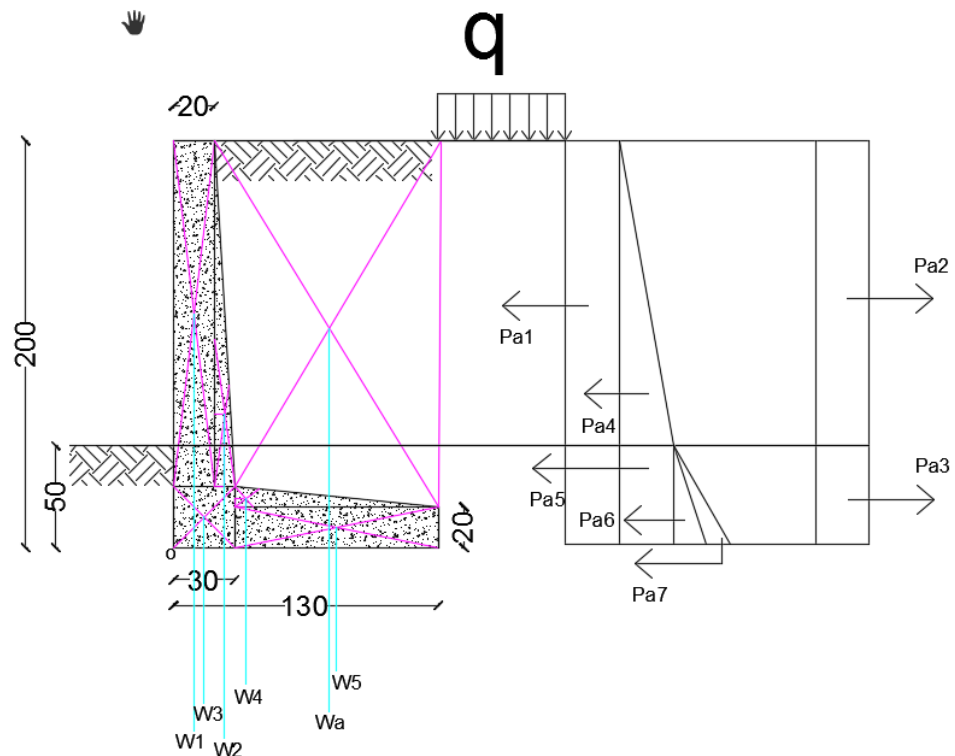
Tabel 5.9 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Sederhana Turap Eksisting

Stabilitas Guling	Stabilitas Geser	Eksentrisitas (e)	Kapasitas Daya Dukung Tanah	Cek
$27.439 > 2$ (Aman)	$20.147 > 2$ (Aman)	$0.003 < B/6$ (Aman)	$7.541 > 3$ (Aman)	Aman

5.1.3.2 Dinding Penahan Tanah Alternatif Kedua

Dinding penahan tanah alternatif kedua menggunakan material beton bertulang dimensi yang direncanakan disesuaikan dengan kebutuhan lapangan lalu dilakukan perhitungan sederhana seperti yang dilakukan pada tahapan sebelumnya.

Berikut ini adalah gambar dinding penahan tanah menggunakan material beton:



Gambar 5.11 Gambar DPT alternatif kedua

(Sumber : Penulis)

a. Perhitungan berat dan gaya

Tabel 5.10 Gaya Vertikal

Gaya	Volume (V) (m ³)	Berat Jenis (kN/m ³)	Berat (W) (kn)	Jarak terhadap titik O (m)	Momen terhadap titik O (kNm)
W1	0.34	24	8.16	1.2	9.792
W2	0.085	24	2.04	1.667	3.40068
W3	0.09	24	2.16	1.15	2.484
W4	0.2	24	4.8	0.5	2.4
W5	0.05	24	1.2	0.667	0.8004
Wa	1.75	18.6	32.55	0.55	17.9025
		ΣV =	50.91	ΣMR =	36.77958

b. Perhitungan tekanan tanah

Tekanan tanah aktif dihitung berdasarkan metode rankine, yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 K_{a1} &= \tan^2 (45 + \phi/2) & K_{a1} &= \tan^2 (45 + \phi/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 17.5/2) & &= \tan^2 (45 + 13.5/2) \\
 &= 0.538 & &= 0.622 \\
 \\
 K_p &= \tan^2 (45 + \phi/2) \\
 &= \tan^2 (45 + 22.5/2) \\
 &= 2.239
 \end{aligned}$$

Setelah K_a dan K_p didapat, selanjutnya dihitung tekanan tanah aktif (P_a) dan pasif (P_p) seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.11 Tekanan tanah aktif (P_a)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pa1	HqK_a	18.709	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pa2	$-2cHVK_{a1}$	-43.994	akibat kohesi aktif
Pa3	$-2cHVK_{a2}$	-21.285	
Pa4	$0,5\gamma b_1 x h_1^2 x K_{a1}$	13.004	akibat tekanan tanah lapis 1
Pa5	$\gamma_1 h_1 h_2 K_{a2}$	7.500	akibat berat tanah lapis 1 yang mempengaruhi lapis 2
Pa6	$0,5\gamma_2 h_2^2 K_{a2}$	1.320	akibat tekanan tanah lapis 2
Pa7	$0,5\gamma_{batu} k a l i x h^2 x K_a$	29.831	akibat berat dpt atas
	Total $P_a =$	5.086	

Tabel 5.12 Tekanan tanah pasif (Pp)

Diagram	Rumus	Gaya (kN)	Ket.
Pp1	$0,5\gamma_2hD^2Kp$	4.675	akibat beban merata dan tanah yang mempengaruhi
Pp2	$2xcxDx\sqrt{Kp}$	29.932	akibat kohesi aktif
	Total Pp =	34.607	

Ph = Pa dikarenakan tidak ada lereng pada atas DPT.

$$\begin{aligned}\sum M.o &= Ph \times H/3 \\ &= 5.085 \times 2/3 \\ &= 3.390 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

c. Faktor Keamanan untuk DPT

Nilai safety factor Turap eksisting akibat beban statis memiliki 3 faktor yaitu tahan terhadap guling, tahan terhadap geser dan tahan terhadap daya dukung.

1. Faktor keamanan terhadap guling (*Overturning*)

$$\begin{aligned}SF (\textit{Overturning}) &= \frac{\sum M.R}{\sum M.o} \\ &= \frac{36.779}{3.390} \\ &= 10.848 > 2, \text{ maka aman}\end{aligned}$$

2. Faktor keamanan terhadap geser (*Slidding*)

$$SF (\textit{Slidding}) = \frac{(\sum V) \tan(2/3\Phi) + \left(B * \frac{2}{3}c\right) + Pp}{Pa}$$

K adalah koefisien gesek dengan nilainya adalah 2/3. Sehingga nilai SF adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}SF (\textit{Slidding}) &= \frac{(50.91) \tan\left(\frac{2}{3} * 17.5\right) + \left(1.3 * \frac{2}{3} * 0.3\right) + 34.607}{5.086} \\ &= 9.538 > 2, \text{ maka aman}\end{aligned}$$

3. Faktor Keamanan Daya Dukung Tanah

$$\begin{aligned}\text{Eksentrisitas (e)} &= B/2 - \frac{\sum MR - Mo}{\sum V} \\ &= 1.3/2 - \frac{36.779 - 3.390}{50.91} \\ &= -0.005 < B/6, \text{ maka aman}\end{aligned}$$

$$q_{\max} = \frac{\Sigma V}{B} (1 + (6e/B))$$

$$= 38.104 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\min} = \frac{\Sigma V}{B} (1 - (6e/B))$$

$$= 40.218 \text{ kN/m}^2$$

Berdasarkan table nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi (1943), dengan sudut geser terbesar sebesar 22.5 maka diperoleh nilai

$$N_c = 12.92$$

$$N_q = 4.48$$

$$N_y = 2.56$$

$$\begin{aligned} q_u &= c \times N'_c + \gamma \times D \times N'_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N'_y \\ &= 27 \times 12.92 + 16.7 \times 0.5 \times 4.48 + 0.5 \times 16.7 \times 1.3 \times 2.56 \\ &= 400.338 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{FS daya dukung} &= q_u / q_{\max} \\ &= 400.338 / 38.104 \\ &= 10.506 > 3 \text{ maka aman} \end{aligned}$$

e. Rekapitulasi Keseluruhan Analisis Turap Eksisting

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil analisis perhitungan sederhana turap eksisting pada tahap analisis fungsi pada *Value Engineering*.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Analisis Perhitungan Sederhana Turap Eksisting

Stabilitas Guling	Stabilitas Geser	Eksentrisitas (e)	Kapasitas Daya Dukung Tanah	Cek
10.848 > 2 (Aman)	9.538 > 2 (Aman)	-0.005 < B/6 (Aman)	10.506 > 3 (Aman)	Aman

Dari analisis perhitungan sederhana maka alternatif kedua aman untuk dijadikan opsi dinding penahan tanah pengganti turap tetangga. Selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan tulangan.

f. Perhitungan kebutuhan tulangan

Berikut ini adalah spesifikasi mutu yang akan digunakan dengan dimensi dinding penahan tanah seperti yang ada pada perhitungan sebelumnya.

$$\text{Mutu Baja (} f_y \text{)} = 420 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu beton (} f'_c \text{)} = 25 \text{ Mpa}$$

1. Perhitungan kebutuhan tulangan utama dinding vertical.

$$\text{Diameter baja (} \phi \text{)} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal dinding (} B_b \text{)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (} T_s \text{)} = 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal efektif (} d \text{)} &= 250 - 50 (1/2 * 16) \\ &= 192 \text{ mm} \\ &= 0.192 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar tinjauan (} b \text{)} &= 1000 \text{ mm} \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Momen Ultimit (M_u)

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{P_{ah} \times (H-d)}{3} \\ &= 3.051301538 \text{ kNm} \\ &= 3051301.538 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\Phi = 0.8$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_u / \Phi \\ &= 3.051301538 / 0.8 \\ &= 3.814126923 \\ &= M_n / 100 \times 10^8 \\ &= 3814126.923 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tulangan yang diperlukan (A_s)

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\ &= \frac{3814126.923}{1000 \times 142^2} \\ &= 0.1034 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
m &= \frac{f_y}{0.85 \times F'_c} \\
&= \frac{420}{0.85 \times 30} \\
&= 16.4705 \\
\rho_b &= \frac{0.85 \times \beta \times F'_c}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
&= 0.03035 \\
\rho_{\max} &= 0.75 \times \rho_b \\
&= 0.0227 \\
\rho_{\min} &= 1.4 / f_y \\
&= 0.0033 \\
\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
&= 0.06071 \times 0.0041 \\
&= 0.0002468
\end{aligned}$$

Cek kondisi

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min} < \rho_{\max}$, maka dalam kondisi seperti ini ρ yang digunakan adalah ρ minimum yaitu 0.0033

$$\begin{aligned}
\text{As Perlu} &= \rho \times b \times d \\
&= 640 \text{ mm}^2 \\
n &= b/s + 1 \\
&= 1000/300 + 1 \\
&= 5
\end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan adalah D16-300 dengan jumlah tulangan per meter panjang sebanyak 5 buah sehingga,

$$\begin{aligned}
\text{As terpasang} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \\
&= 1005.7142 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} = 640 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

As terpasang > As perlu maka tulangan yang terpasang cukup.

2. Perhitungan tulangan horizontal atau tulangan bagi dinding vertical.

Tulangan horizontal pada dasar dinding disesuaikan dengan SNI 2847-2013 pasal 14.3.3 sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\text{As min} &= 0.002 \times b \times h \\
&= 0.002 \times 1000 \times 250 \\
&= 500 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

Sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 14.3.4, maka luas tulangan dibagi merata menjadi dua sisi.

$$\begin{aligned} A_s &= 0.5 \times A_{s \text{ min}} \\ &= 0.5 \times 500 \\ &= 250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= b/s + 1 \\ &= 1000/300 + 1 \\ &= 5 \text{ buah} \end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan adalah P13- 300 dengan jumlah tulangan susut per meter panjang sebanyak 5 buah tulangan sehingga,

$$\begin{aligned} A_s \text{ terpasang} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \\ &= 664 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = 250 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$A_s \text{ terpasang} > A_s \text{ perlu}$ maka tulangan yang terpasang cukup

3. Desain terhadap geser.

Digunakan diameter tulangan 13 mm

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times r^2 \\ &= 265.571 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d &= t - \text{selimut beton} - 0.5 \times \text{diameter tulangan} \\ &= 193.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d_g &= (\text{tinggi total} - \text{tinggi telapak}) - (d/1000) \\ &= 1.6065 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &= 1.6 \times P_{ah} + h \\ &= 10.136 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) b.d \\ &= 176.640 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi V &= \Phi \times V_c \\ &= 132.480 \text{ kN} > V_u, \text{ maka aman terhadap geser} \end{aligned}$$

Karena $\Phi V > V_u$, maka dinding vertical memakai tulangan geser minimum

Tulangan geser yang digunakan adalah D13-300

4. Desain tulangan bagi pelat kaki.

$$\text{Tebal pelat kaku (t)} = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
\text{Diameter tulangan} &= 16 \text{ mm} \\
q_{\max} = q_{\text{kaki}} &= \frac{\Sigma V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B} \right) < q_{\text{ult}} = 400 \text{ kN/m}^2 \\
&= 38.1045 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{ult}} = 400 \text{ kN/m}^2 \\
q_{\min} &= \frac{\Sigma V}{B} \times \left(1 - \frac{6e}{B} \right) > 0 \\
&= 40.2186 \text{ kN/m}^2 > 0 \\
q &= q_{\min} + \frac{q_{\max} - q_{\min}}{B} \\
&= 38.1045 \text{ kN/m}^2 \\
M_u &= \frac{1}{8} \times q \times B^2 \\
&= 8.1526 \text{ kNm} \\
M_n &= M_u / 0.8 \\
&= 10.19078981 \\
&= M_n / 100 \times 10^8 \\
&= 10190789.81 \text{ Mpa} \\
R_n &= \frac{M_n}{b \times d^2} \\
&= 0.276442866 \text{ Mpa} \\
m &= \frac{f_y}{0.85 \times f_c'} \\
&= 16.4705 \\
\rho_b &= \frac{0.85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
&= 0.0303 \\
\rho_{\max} &= 0.75 \times \rho_b \\
&= 0.0227 \\
\rho_{\min} &= 1.4 / f_y \\
&= 0.0033 \\
\rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\
&= 0.06071 \times 0.0109 \\
&= 0.0006618
\end{aligned}$$

Cek kondisi

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\min} < \rho_{\max}$, maka dalam kondisi seperti ini ρ yang digunakan adalah ρ minimum yaitu 0.0033

$$\begin{aligned}
\text{As Perlu} &= \rho \times b \times d \\
&= 640 \text{ mm}^2 \\
S &= 200 \text{ karena jarak min 450 atau } 3xh \text{ (150)} \\
n &= b/s + 1 \\
&= 1000/200 + 1 \\
&= 6
\end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan adalah D16-300 dengan jumlah tulangan per meter panjang sebanyak 6 buah sehingga,

$$\begin{aligned}
\text{As terpasang} &= \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2 \times n \\
&= 1206.857 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} = 640 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

As terpasang > As perlu maka tulangan yang terpasang cukup.

5. Perhitungan kebutuhan tulangan geser pada pelat kaki atau telapak.

Digunakan diameter tulangan 13 mm

$$\begin{aligned}
A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times r^2 \\
&= 265.571
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d &= t - \text{selimut beton} - 0.5 \times \text{diameter tulangan} \\
&= 193.5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d_g &= (\text{tinggi total} - \text{tinggi telapak}) - (d/1000) \\
&= 1.6065 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_u &= 1.6 \times P_{ah} + h \\
&= 10.1368 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_c &= \left(\frac{1}{6} \sqrt{f'c} \right) b.d \\
&= 176.6405 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V &= \Phi \times V_c \\
&= 132.4803 \text{ kN} > V_u, \text{ maka aman terhadap geser}
\end{aligned}$$

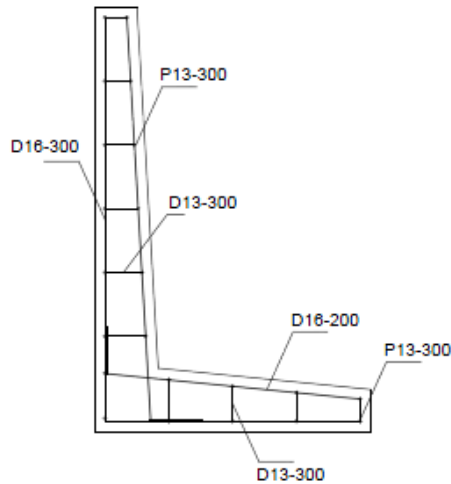
Karena $\Phi V > V_u$, maka dinding vertical memakai tulangan geser minimum

Tulangan geser yang digunakan adalah D13-300

6. Desain tulangan horizontal telapak.

Tulangan horizontal pada telapak tidak diperhitungkan, rencana tulangan horizontal akan tetap menggunakan P13 -300.

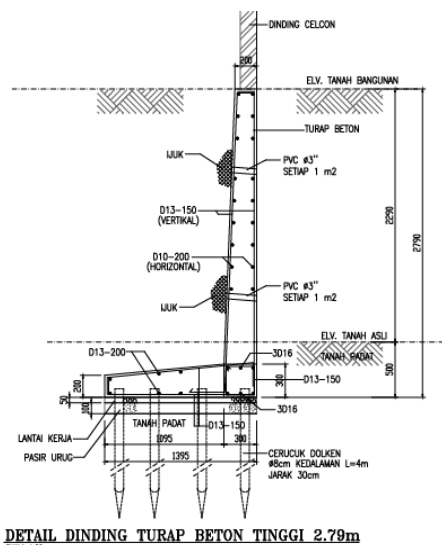
Berikut ini adalah gambar tulangan pada dinding penahan tanah untuk alternatif ke 2.



Gambar 5.12 Gambar DPT alternatif pertama
(Sumber : Penulis)

5.1.3.3 Dinding Penahan Tanah Alternatif Ketiga

Dinding penahan tanah alternatif ketiga adalah dinding penahan tanah dari perencana yaitu PT. Arsidian Ciptamassa menggunakan dinding penahan tanah beton bertulang sertacerucuk dolken sesuai dengan dokumen for construction.



DETAIL DINDING TURAP BETON TINGGI 2.79m
SKALA 1:20

Gambar 5.13 DPT alternatif ketiga
(Sumber : Dokumen Perencana PT. Arsidian)

Perhitungan pada alternatif ketiga ini diambil dari data perencana PT. Arsidian Ciptamassa yang ada pada dokumen kontrak proyek Pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA. (terlampir)

5.1.4 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menentukan pilihan terbaik dari opsi pada tahapan kreatif. Pada penelitian ini tahap evaluasi yang dilakukan adalah berkaitan dengan biaya pelaksanaan dan waktu pelaksanaannya, dibandingkan antara opsi pertama, kedua dan ketiga.

a. Alternatif pertama material batu kali

Berikut ini adalah perhitungan rencana anggaran biaya untuk dinding penahan tanah alternatif pertama dengan item pekerjaan dan harga satuan mengikuti yang tertera pada kontrak proyek.

Tabel 5.14 Rencana Anggaran Biaya DPT Alternatif Pertama

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
I	Dinding turap t, 3 m (10 segmen) Uraian per segmen (3 m')				
	- Galian pondasi jalur	m ³	3.38	90,000	303,750
	- Urug kembali	m ³	0.71	35,000	24,938
	- Urug pasir pondasi	m ³	0.53	132,200	69,405
	- Dinding Penahan Tanah	m ³	16.20	1,501,687	24,327,329
SUB TOTAL VIII					24,725,422
	Total harga dind penahan tanah seluruhnya terdiri dari -Total DPT tinggi 3m	segn	10.00	24,725,422	247,254,219
				TOTAL 1	247,254,219

Sumber : Harga satuan berdasarkan RAB kontrak pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Palembang.

b. Alternatif kedua material beton bertulang

Berikut ini adalah perhitungan rencana anggaran biaya untuk dinding penahan tanah alternatif kedua dengan item pekerjaan dan harga satuan mengikuti yang tertera pada kontrak proyek ini.

Tabel 5.15 Rencana Anggaran Biaya DPT Alternatif Kedua

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
I	Dinding turap t, 2m (10 segmen)				
	Uraian per segmen (3 m')				
	- Galian pondasi jalur & pile cap	m ³	2.25	60,000	135,000
	- Urug kembali	m ³	0.48	35,000	16,625
	- Urug pasir pondasi	m ³	0.35	132,200	46,270
	- Lantai kerja pondasi	m ²	3.50	53,900	188,650
	- Dinding penahan tanah beton bertulang	m ³	8.04	3,907,400	31,415,496
SUB TOTAL VIII					31,802,041
	<i>Total harga dinding penahan tanah seluruhnya terdiri dari -Total DPT tinggi 2m</i>	segn	10.00	31,802,041	318,020,410
				TOTAL 1	318,020,410

Sumber : Harga satuan berdasarkan RAB kontrak pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Palembang.

- c. Alternatif ketiga material beton bertulang sesuai dokumen perencanaan pada kontrak.

Tabel 5.16 Rencana Anggaran Biaya DPT Alternatif Ketiga

No.	Jenis Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah
IV	Dinding turap t, 2.79m (10 segmen)				
	Uraian per segmen (3 m')				
	- Galian pondasi jalur & pile cap	m3	3.30	60,000	198,000
	- Urug kembali	m3	1.15	35,000	40,250
	- Urug pasir pondasi	m3	0.50	132,200	66,100
	- Lantai kerja pondasi	m2	5.00	53,900	269,500
	- Dolken Ø 8(L.4m)	titik	55.00	22,900	1,259,500
	- Tiang pancang 25 x 25(L. 18 m)	titik	2.00	6,872,000	13,744,000
	- Beton pile cap	m3	0.66	4,197,300	2,770,218
	- beton pondasi jalur	m3	1.25	4,014,000	5,017,500
	- Sirip beton	m3	0.40	3,481,800	1,392,720
	- Dinding turap beton	m3	1.86	3,907,400	7,267,764
	- Kolom beton	m3	0.22	6,021,300	1,324,686
- Pecah Kepala Tiang Pancang	titik	2.00	95,000	190,000	
SUB TOTAL IV					33,540,238
	Total harga dind penahan tanah seluruhnya terdiri dari - Dinding Penahan Tanah 2.79	segn	10.00	33,540,238	335,402,380
				TOTAL 1	335,402,380

Sumber : RAB kontrak pembangunan Showroom, Office dan Workshop KIA Palembang.

5.1.5 Tahap Pengembangan

Tahapan pengembangan ini dilakukan sebagai pembanding kondisi alternatif yang berdasarkan pada analisis tahapan-tahapan sebelumnya. Berikut ini adalah tabel pembanding dari masing masing kondisi alternatif.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Tahapan Pengembangan *Value Engineering*

No	Jenis	Analisis Struktur DPT	Rencana Anggaran Biaya	Total anggaran proyek
1	DPT batu kali (eksisting)	Tidak aman	-	Pengurangan biaya Rp. 335,402,380
2	DPT batu kali	Aman	Rp. 247,254,219	Pengurangan biaya Rp. 88.148.161
3	DPT beton bertulang	Aman	Rp. 318,020,410	Pengurangan biaya Rp. 17,381,970
4	DPT beton bertulang <i>by</i> perencana	Aman	Rp. 335,402,380	Tidak terjadi pengurangan biaya.

Jika dilihat dari segi keamanan dan anggaran biaya maka opsi pertama DPT batu kali dengan ketinggian 3 m dapat dijadikan terbaik. Namun jika ditinjau dari segi efisiensi pelaksanaan dan kualitas mutu di lapangan pengerjaan DPT batu kali dengan DPT beton bertulang dapat dibandingkan seperti tabel 5.18

Tabel 5.18 Perbandingan efisiensi DPT batu kali dengan DPT beton bertulang

No	Dinding Penahan Tanah	Lama pengerjaan	Kualitas mutu
1	DPT batu kali	10 hari	Tidak menjamin kualitas mutu terjaga dikarenakan menggunakan <i>man power</i> dalam pengaturan mutu spesi
2	DPT beton bertulang	5 hari	Kualitas mutu terjaga dikarenakan menggunakan <i>ready mix</i> dengan jaminan dari pihak <i>ready mix</i> tersebut.

5.1.6 Tahap Rekomendasi

Dari tahapan-tahapan *value engineering* yang sudah dilakukan beberapa opsi pilihan yang dapat diambil adalah sebagai berikut :

1. DPT batu kali tinggi 3 m dengan tingkat keamanan struktur yang dinyatakan aman, dan mendapatkan pengurangan biaya sebesar Rp. 88.148.161 dengan total kontrak biaya anggaran yang dilakukan sebesar Rp. 14.051.987.219
2. DPT beton bertulang tinggi 2 m dengan tingkat keamanan struktur yang dinyatakan aman, dan mendapatkan pengurangan biaya sebesar Rp. 17,381,970 dengan total kontrak biaya anggaran sebesar Rp. 14.122.753.410

Jika ditinjau dari segi penghematan biaya maka DPT batu kali lebih menunjukkan total pengurangan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan DPT beton bertulang sehingga menjadi pilihan yang direkomendasikan.

Berdasarkan tahapan-tahapan *value engineering* diatas menunjukkan bahwa *value engineering* dapat diterapkan pada pekerjaan dinding penahan tanah. Penerapan *value engineering* dapat menjadi salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meninjau suatu pekerjaan melalui beberapa alternatif metode, hitungan analisis dan lain sebagainya sehingga tinjauan tersebut dapat menjadi pilihan terbaik dari segi keamanan, biaya yang dikeluarkan, maupun waktu yang diperlukan.

5.2 Biaya Penyelesaian Proyek Akibat Pengaruh *Value Engineering*.

Jika dilihat dari segi biaya maka pengaruh penerapan *value engineering* terhadap besarnya biaya proyek pada pekerjaan dinding penahan tanah sangat berpengaruh dalam penghematan biaya seperti yang tertera pada tabel 5.19 berikut ini.

Tabel 5.19 Analisis pengaruh penerapan *value engineering* terhadap besarnya biaya penyelesaian proyek

No	Kondisi	RAB	Analisis Struktur	Nilai Kontrak
1	DPT Perencana	Rp. 335,402,380	Aman	Rp. 14.140.135.380
2	DPT Eksisting	Rp. 0	Tidak Aman	Rp. 13.804.733.000
3	DPT batu kali	Rp. 247,254,219	Aman	Rp. 14.051.987.219
4	DPT beton bertulang	Rp. 318,020,410	Aman	Rp. 14.122.753.410

5.3 Time Schedule Penyelesaian Proyek Akibat Pengaruh Value Engineering.

Time schedule proyek berperan penting dalam penyelesaian proyek sehingga adanya *value engineering* pada pekerjaan Dinding Penahan Tanah perlu untuk dilakukan analisis terhadap *time schedule* yang sudah ada. Dalam menganalisis *time schedule* proyek dilakukan perbandingan antara *time schedule* rencana proyek dengan *time schedule* alternatif-alternatif penggunaan Dinding Penahan Tanah.

5.3.1 Time schedule Dinding Penahan Tanah Batu Kali

Dalam analisis ini bobot pekerjaan diperhitungkan terhadap seluruh pekerjaan Dinding Penahan Tanah yang dikerjakan di proyek. Berdasarkan data proyek, total biaya yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan Dinding Penahan Tanah dalam kontrak (dalam kondisi DPT area yang ditinjau dalam penelitian dihilangkan) adalah Rp. 686.433.927,-, adapun total biaya untuk Dinding Penahan Tanah jika di area yang ditinjau dalam penelitian ini digunakan DPT batu kali diperoleh dari penjumlahan biaya untuk Dinding Penahan Tanah yang dikerjakan di area lain ditambah dengan proyeksi biaya untuk Dinding Penahan Tanah di area yang ditinjau dalam penelitian ini yaitu sebesar Rp. 686.433.927 + Rp. 247.254.219,- = Rp. 933.688.146,-.

Adanya penambahan biaya dinding penahan tanah dengan menggunakan batu kali ini mempengaruhi *time schedule* proyek. Oleh karena itu, dilakukan perubahan *time schedule* proyek dengan mempergunakan penambahan bobot pekerjaan Dinding Penahan Tanah menggunakan batu kali. Berikut ini penambahan bobot pekerjaan Dinding Penahan Tanah menggunakan batu kali:

Total Biaya DPT = Rp. 933.688.146,-

Penambahan biaya di area yang ditinjau dengan penambahan DPT batu kali adalah Rp. 247.254.219,-

$$\begin{aligned} \text{Maka penambahan bobot sebesar} &= \frac{247.254.219}{933.688.146} \\ &= 0,265 \% \end{aligned}$$

Selanjutnya penambahan bobot ini dipergunakan untuk membuat *time scheduleny*a dengan menggunakan dasar dari *time schedule* proyek existing. Berdasarkan data di *time schedule* existing, pelaksanaan pekerjaan Dinding Penahan Tanah dimulai pada minggu ke-3 hingga minggu ke-10 dengan rincian seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.20 Alokasi bobot pekerjaan DPT pada *time schedule* eksisting

Minggu Ke-	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Bobot	1,69	0,99	0,99	0,99	0,33	0,33	0,33	0,33

Dengan menggunakan Tabel 5.20 diatas, maka besarnya penambahan bobot sebesar 0,265% dimasukkan dalam *time schedule* dengan sebaran prosentase yang terendah yaitu sebanyak 4 minggu sehingga penambahan bobot sebesar $0,265\% : 4 = 0,066$. Berikut ini tabel alokasi bobot pekerjaan DPT dengan menggunakan batu kali.

Tabel 5.21 Alokasi bobot pekerjaan DPT dengan menggunakan batu kali

Minggu Ke-	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Bobot	1,69	0,99	0,99	0,99	0,40	0,40	0,40	0,40

Adanya penambahan bobot pekerjaan untuk minggu ke-7 hingga minggu ke 10 ini tidak berpengaruh secara signifikan dikarenakan bobot terbesar bernilai 1,69 % sehingga secara keseluruhan tidak mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Pelaksanaan pekerjaan DPT dengan menggunakan batu kali dapat dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan DPT di area lainnya sehingga waktu penyelesaian proyek dapat tetap terlaksana selama 210 hari

5.3.2 *Time schedule* Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang Hail Peneliti

Sama halnya dengan pembuatan *time schedule* untuk DPT menggunakan batu kali, maka dalam pembuatan *time schedule* ini perhitungan bobot pekerjaan juga diperhitungkan terhadap seluruh pekerjaan Dinding Penahan Tanah yang dikerjakan di proyek. Besarnya total biaya untuk Dinding Penahan Tanah dengan beton bertulang hasil perhitungan peneliti adalah sebesar Rp. 686.433.927 + Rp. 318.020.410,- = Rp. 1.004.454.337,-.

Adanya penambahan biaya dinding penahan tanah dengan menggunakan beton bertulang ini juga mempengaruhi *time schedule* proyek. Oleh karena itu, dilakukan perubahan *time schedule* proyek dengan menggunakan penambahan bobot pekerjaan Dinding Penahan Tanah menggunakan beton bertulang. Berikut ini penambahan bobot pekerjaan Dinding Penahan Tanah menggunakan beton bertulang.

Total Biaya DPT = Rp. 1.004.454.337,-

Penambahan biaya di area yang ditinjau dengan penambahan DPT beton bertulang adalah Rp. 318.020.410,-

$$\begin{aligned} \text{Maka penambahan bobot sebesar} &= \frac{318.020.410}{1.004.454.337} \\ &= 0,32 \% \end{aligned}$$

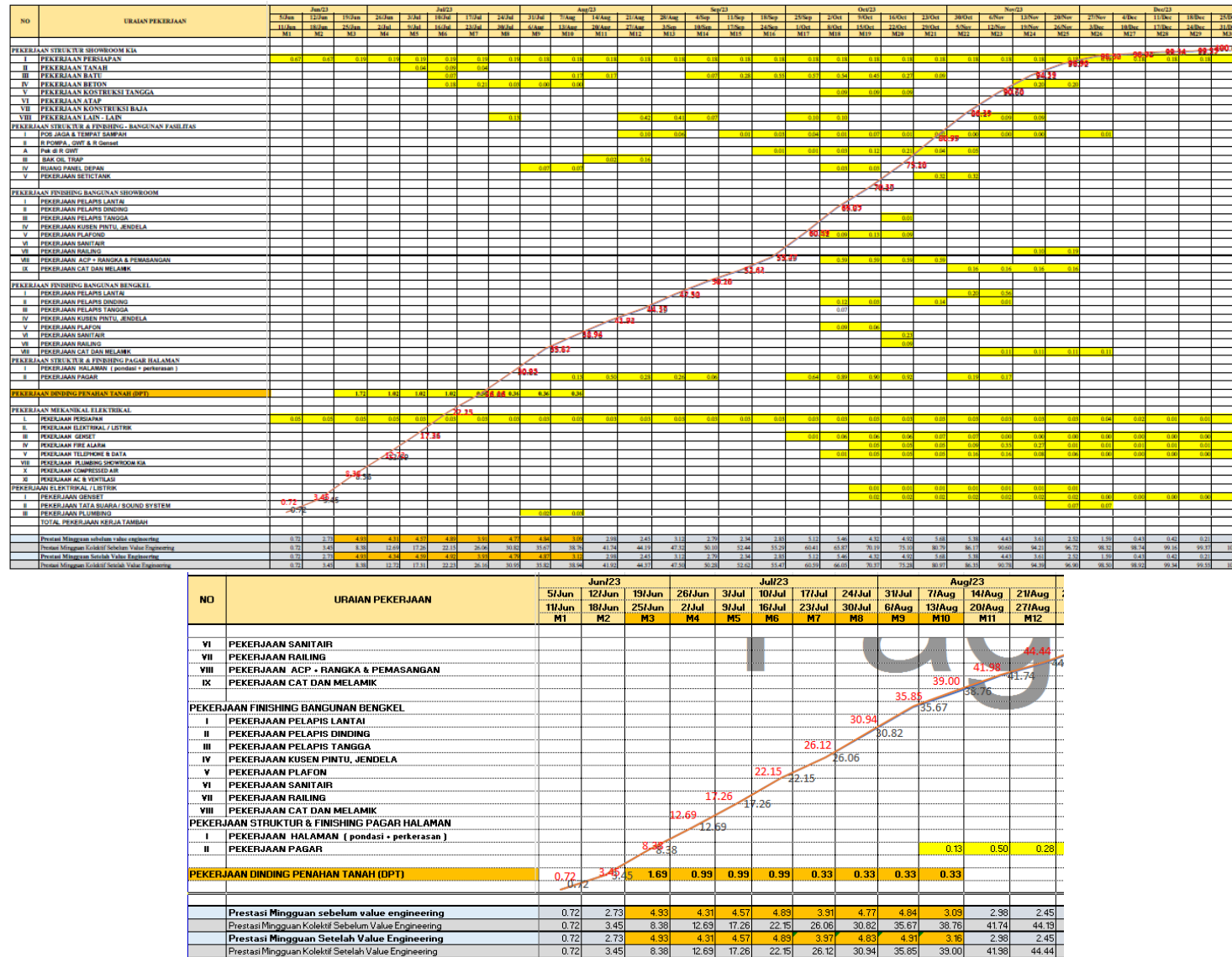
Selanjutnya penambahan bobot ini dipergunakan untuk membuat *time schedulena* dengan menggunakan dasar dari *time schedule* proyek existing. Dengan menggunakan Tabel 5.20 diatas, maka besarnya penambahan bobot sebesar 0,265% dimasukkan dalam *time schedule* dengan sebaran prosentase yang terendah yaitu sebanyak 4 minggu sehingga penambahan bobot sebesar $0,32\% : 4 = 0,08$. Berikut ini tabel alokasi bobot pekerjaan DPT dengan menggunakan batu kali :

Tabel 5.23 Alokasi bobot pekerjaan DPT dengan menggunakan batu kali

Minggu Ke-	3	4	5	6	7	8	9	10
Nilai Bobot	1,69	0,99	0,99	0,99	0,41	0,41	0,41	0,41

Berdasarkan Tabel 5.21 diatas, terjadi penambahan bobot pekerjaan untuk minggu ke-7 hingga minggu ke 10, akan tetapi hal ini tidakberpengaruh signifikan karena bobot terbesar pada pekerjaan ini adalah sebesar 1,69%. Pelaksanaan pekerjaan DPT dengan menggunakan beton bertulang dapat dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan DPT di area lainnya sehingga waktu penyelesaian proyek dapat tetap terlaksana selama 210 hari.

Berikut ini adalah gambar *time schedule* DPT batu kali.



Gambar 5.14 Tampilan kurva S perbandingan DPT eksisting dengan DPT batu kali

5.4 Pembahasan

Berdasarkan analisis hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan hal-hal sebagai berikut :

1. Penerapan *Value Engineering* yang terdiri dari 6 (enam) tahapan yaitu tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatif, tahap evaluasi, tahap pengembangan dan rekomendasi dapat diterapkan pada pekerjaan Dinding Penahan Tanah. Melalui tahapan-tahapan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penerapan *Value Engineering* dapat menjadi salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meninjau suatu pekerjaan dengan melalui beberapa alternatif yang bisa dilakukan guna mengatasi atau mencari solusi terhadap permasalahan yang timbul di lapangan. Adanya beberapa alternatif yang dikembangkan menjadi dasar untuk dipilih alternatif yang terbaik diantara alternatif yang ada baik dari segi keamanan, biaya yang dikeluarkan dan atau waktu yang diperlukan.
2. Berdasarkan tabel 5.17 terlihat bahwa *value engineering* dapat berdampak terhadap biaya penyelesaian proyek dengan beberapa alternatif yang telah diberikan sebagai berikut.
 - DPT batu kali eksisting akan terjadi efisiensi harga sebesar Rp. 335.402.380,- namun memiliki tingkat keamanan yang tidak direkomendasikan.
 - DPT batu kali alternatif 1 dengan RAB sebesar Rp. 247.254.219 akan mendapatkan efisiensi pengurangan harga sebesar Rp. 88.148.161,- dengan tingkat keamanan struktur aman
 - DPT beton bertulang alternatif 2 dengan RAB sebesar Rp. 318.020.410,- akan mendapatkan efisiensi pengurangan harga sebesar Rp. 17.381.970,- dengan tingkat keamanan struktur aman
 - DPT desain by perencana alternatif 3 memiliki RAB sebesar Rp. 335.402.380,- tidak mendapatkan efisiensi pengurangan harga. Dan tingkat keamanan struktur aman

3. Gambar 5.12 yang menunjukkan *time schedule* sebelum *Value Engineering* (*master schedule* proyek) dan gambar 5.13 dan gambar 5.14 yang menunjukkan *time schedule* setelah *Value Engineering* yang didapat dari perbandingan bobot sebelum *value engineering* dengan pembobotan setelah *value engineering*. Bobot pekerjaan pekerjaan DPT sebelum *value engineering* adalah 5.98 % dengan nilai bobot terbesar ada pada minggu ke-3 yaitu 1.69%. setelah dilakukan *value engineering* bobot pekerjaan DPT batu kali alternatif pertama bertambah 0.265% dan DPT beton bertulang alternatif kedua sebesar 0.32%. Namun penambahan bobot tidak berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek dikarenakan penambahan bobot pekerjaan disebar pada minggu ke-7 hingga minggu ke-10 sehingga waktu penyelesaian proyek tetap pada *schedule* awal yaitu 210 hari kalender.
4. Tiga pembahasan diatas terkait penerapan *Value Engineering* dan pengaruhnya terhadap biaya dan waktu yang telah diuraikan sejalan dengan yang disampaikan oleh Alvin Tehmono (2024) yaitu *Value engineering* membantu mengidentifikasi dan memecahkan berbagai masalah dalam proyek konstruksi dan *value engineering* membantu menghemat biaya secara signifikan serta *value engineering* merupakan solusi inovatif yang lebih efisien dan efektif. Bukti penerapan *value engineering* dapat menghemat signifikan adalah dengan adanya perkiraan penghematan mencapai 5,8 triliun rupiah dari 25 proyek antara tahun 2018 hingga 2023. Adapun Suasira dkk (2023) dalam penelitiannya menghasilkan kesimpulan bahwa penerapan *value engineering* pada pekerjaan balok, pelat lantai dan kolom dapat menghemat biaya sebesar 20,77% dari total biaya yang semula sebesar Rp. 21.337.615.447,66 dan waktu pelaksanaan 31 hari dari waktu eksisting.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penerapan *Value Engineering* yang terdiri dari 6 (enam) tahapan yaitu tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatif, tahap evaluasi, tahap pengembangan dan rekomendasi dapat diterapkan pada pekerjaan Dinding Penahan Tanah dan dapat memberikan alternatif yang paling baik diantara alternatif-alternatif yang dikembangkan.
2. Penerapan *Value Engineering* mempengaruhi besarnya biaya yang diperlukan untuk Dinding Penahan Tanah proyek yaitu dengan pilihan opsi Dinding Penahan Tanah menggunakan batu kali dapat mengurangi besarnya biaya sebesar Rp. 88.148.161,-
3. Penerapan *Value Engineering* mempengaruhi tidak signifikan terhadap waktu penyelesaian atau *time schedule* proyek karena hanya mempengaruhi bobot pekerjaan di waktu-waktu tertentu tanpa melebihi bobot terbesar dari pelaksana.

1.2 Saran

Berdasarkan tahapan analisis *value engineering* yang telah dilaksanakan, terdapat beberapa hal yang sebaiknya dilakukan untuk penerapan *value engineering* terutama pada pekerjaan dinding penahan tanah, anantara lain sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya pada saat tahapan kreatif dapat diberikan opsi lebih banyak lagi agar dapat memiliki beberapa opsi pilihan yang bisa direkomendasikan.
2. Pada penelitian selanjutnya analisis stabilitas dinding penahan tanah dapat dilakukan secara mendetail dan menggunakan bantuan aplikasi komputer.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvin, (2024). *Apa itu Value engineering dan bagaimana perkembangannya di Indonesia*. Diakses tanggal 16 July 2024 dari https://id.linkedin.com/pulse/apa-itu-value-engineering-dan-bagaimana-di-indonesia-alvin-tehmono-h5cnc?utm_source=share&utm_medium=guest_mobile_web&utm_campaign=copy
- Arjunraj. P (2022). *Concepts of Value Engineering*. India, Singapore, Malaysia: Nationpress.
- Anik. R (2022). *Langkah Runtut Menghitung Rencana Anggaran Biaya Bangunan Contoh Kasus Rumah Tipe 36*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arjunraj. P (2023). *Practical Approach for Value Engineering using tools and techniques*. India, Singapore, Malaysia: Nationpress.
- Ferdinand dan Hendi (2023). *Rencana Anggaran Biaya (RAB) Bangunan 1 Lantai Berbasis Sistem Operasi Android*. Jakarta : PU Press. Universitas Agung podomoro.
- Gede, dkk (2018). *Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Taman Sari Apartment (3 ed.)*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Hansen Seng (2017). *Quantity Surveying*. Jakarta:Gramedia Pustaka Utama
- Iskandar, (2018). *Penerapan value engineering pada struktur Gedung laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember*. Sleman: Universitas Islam Indonesia.
- Irianto, Andung, Reny, Franky, Suparjo, Fauzi,Adri, Sigit Didik (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Makasar : Tohar Media.
- Jaya, (2019). *Penerapan Value Engineering pada Proyek Pembangunan Gedung (Strudi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Pemeriksaan Inspektor Daerah Sleman)* Sleman: Universitas Islam Indonesia.
- Nugroho (2018). *Kajian Rekayasa Nilai Pada Pekerjaan Struktur Atas Gedung*.

Sleman: Universitas Islam Indonesia.

Pratama (2021). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Berjenjang Tipe Concrete Cantilever Menggunakan Program Plaxis 8*. Sleman: Universitas Islam Indonesia.

Suasira, dkk (2023), *Optimasi Biaya Pelaksanaan Konstruksi Gedung Dengan Penerapan Value Engineering*. Jurnal Teknik Gradien. Vol.15 No01. e-ISSN:2797-0094

Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek (Pertama ed.)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Paulus dan Basuki (2020). *Applied Geotechnics for Engineers 2*. Yogyakarta : Andi.

Pratama (2021). *Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah berjenjang tipe concrete cantilever menggunakan program plaxis 8.6*. Sleman : Universita Islam Indonesia.

R.G. Chaudhari (2018). *Techniques of Training in Value Engineering*. Chennai: Notion Press.

Winda, dkk (2023). *Analisis Stabilitas Turap Dinding Penahan Tanah di SDN 09 Ranah Pantai Cermin Akibat Beban Statis*. Online : Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil Vol. 20 No.1 Edisi April 2023.

LAMPIRAN