

TA VE_Farell Arthur Asyrofle_20110003.pdf

by Clarence Whitcomb

Submission date: 09-Jul-2024 11:07AM (UTC-0600)

Submission ID: 2414343851

File name: TA_VE_Farell_Arthur_Asyrofle_20110003.pdf (4.24M)

Word count: 10723

Character count: 50987

20

TUGAS AKHIR

**PENERAPAN *VALUE ENGINEERING* TERHADAP STRUKTUR
BAWAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN *FLYOVER* KRIAN**



FARELL ARTHUR ASYROFLE

NPM : 20.11.0003

2

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana teknik (ST.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh:

FARELL ARTHUR ASYROFLE

NPM : 20.11.0003

Tanggal Ujian : 26 Juni 2024

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Siswoyo, MT

NIP/NIK : 92177 – ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Teknik Sipil

Johan Paing H.W, ST., MT

NIP/NIK : 196903102005011002

Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT

NIP/NIK: 94249-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Penerapan ¹ *Value Engineering* Terhadap Struktur Bawah Pada Proyek
Pembangunan *Flyover* Krian

Nama : Farell Arthur Asyrofle

NPM : 20.11.0003

Tanggal Ujian : 26 Juni 2024

²
Disetujui oleh :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Ir. Soeprivono, MT

NIP/NIK : 23877 – ET

Danang Setiwa Raharja, ST., MT

NIP/NIK : 92177 – ET

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Siswoyo, MT

NIP/NIK : 92177 – ET

2 KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penyusunan Tugas Akhir dapat ini diselesaikan untuk memenuhi kewajiban penyusun sebagai mahasiswa dalam rangka memenuhi syarat-syarat kurikulum yang telah ditetapkan oleh pihak Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama menyusun Tugas Akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Johan Paing HW, ST.,MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 2) Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 3) Bapak Dr. Ir. Siswoyo, MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu memberikan bimbingan dan pengarahan dengan sabar selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
- 4) Bapak Danang Setiyo Raharja, ST.MT., yang telah membantu dan memfasilitasi saya dalam merealisasikan niat saya untuk mengambil tema Tugas Akhir ini.
- 5) Seluruh Dosen serta Staff Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
- 6) Orang Tua dan seluruh Keluarga Kami yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara moril dan material.
- 7) Teman-teman seperjuangan seluruh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 8) Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari sempurna mengingat keterbatasan pengetahuan penyusun dan waktu yang tersedia oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan petunjuk dari semua pihak untuk perbaikan dan kelengkapan Tugas Akhir ini akhir kata

penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada umumnya.

Surabaya, 30 Mei

Farell Arthur Asyrofle

20.11.0003

**PENERAPAN ⁶¹ VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR
BAWAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER KRIAN**

Nama : Farell Arthur Asyrofle
NPM : 20110003
² Program Studi : Teknik Sipil – FT UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Siswoyo, MT.

ABSTRAK

Pelaksanaan pembangunan ¹⁸ proyek pembangunan *Flyover* Krian ini memerlukan biaya yang cukup besar yaitu Rp. 147.671.577.008,40. Menurut permasalahan di atas maka peneliti akan menerapkan upaya optimasi menggunakan metode *value engineering* karena upaya ini dirasa akan menghasilkan ⁶¹ duk konstruksi dengan biaya yang optimal dan memiliki kemampuan dan kelayakan yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk men³tabui bentuk dari rekomendasi alternatif desain paling optimal. Berdasarkan hasil dari *breakdown cost*, grafik hukum pareto dan analisa fungsi, didapatkan bahwa pekerjaan pondasi tiang pancang D600 memiliki rasio *cost/worth* yang paling besar sebesar 2,139 sehingga layak untuk dilakukan upaya optimasi menggunakan metode rekayasa nilai. Penelitian ini menggunakan dua alternatif, alternatif 1 adalah pondasi ³ang pancang D800 sementara alternatif 2 adalah pondasi bore pile D1000. Berdasarkan tahap analisis yang menggunakan analisa keuntungan dan kerugian serta siklus daur hidup proyek (*life cycle cost*), Alternatif yang dipilih karena paling optimal dan efisien adalah alternatif 1 tiang pancang D800. Optimasi yang dapat dihasilkan dari penggunaan alternatif yang telah ditetapkan sebesar Rp 9.453.601.302,37 Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa alternatif 1 adalah desain terbaik karena memiliki nilai daya dukung pondasi yang ¹bih besar dari daya dukung desain eksisting serta memiliki biaya yang paling hemat dari desain eksisting.

Kata Kunci : *Value Engineering*, Struktur Bawah, Pembangunan *Flyover*

**PENERAPAN ¹ VALUE ENGINEERING TERHADAP STRUKTUR
BAWAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN FLYOVER KRIAN**

Nama : Farell Arthur Asyrofle
NPM : 20110003
² Program Studi : Teknik Sipil – FT UWKS
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Siswoyo, MT.

ABSTRAK

The implementation of the Krian *Flyover* construction project requires quite a large cost, namely Rp. 147.671.577.008,40. According to the problems above, researchers will apply optimization efforts using the value engineering method because it is felt that this effort will p⁸¹duce construction products with optimal costs and have good capability and feasibility. The aim of this res¹⁰¹h is to determine the form of the most optimal recommended design al¹¹¹ternatives. Based on the results of the cost breakdown, Pareto's law graph and function analysis, it was found that the D600 spun pile foundation work had the largest cost/worth ratio of 2.139, making it feasible to carry out optimization efforts using value engineering methods. In this study, researchers used two alternatives, alternative 1 is the D800 pile foundation while alternative 2 is the D1000 bore pile foundation. Based on the analysis stage which uses profit and loss analysis as well as the project life cycle (life cycle cost), the alternative chosen because it is the most optimal and efficient is the first alternative which is spun pile D800. Optimization that can be generated from using the alternative that has been determined is IDR 9,453,601,302,37. This research results in the conclusion that ¹⁰⁶ alternative 1 is the best design because it has a foundation carrying capacity value that is greater than the carrying capacity of the existing design and has the most cost-effective value compared to the existing design.

Kata Kunci : *Value Engineering, Struktur Bawah, Pembangunan Flyover*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GLOSSARY	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Proyek Konstruksi	8
2.2 Manajemen Proyek	8
2.3 <i>Flyover</i> (Jalan Layang)	8
2.3.1 Perencanaan <i>Flyover</i>	8
2.3.2 Pokok - Pokok Perencanaan <i>Flyover</i>	9
2.4 Bagian - Bagian <i>Flyover</i>	10
2.4.1 Struktur Atas (<i>Upper Structure</i>)	10

2.4.2	Struktur Bawah (<i>Sub Structure</i>).....	11
2.5	Perencanaan Pondasi Struktur Bawah <i>Flyover</i>	11
2.6	Perencanaan <i>Pile Cap</i>	12
2.7	Sejarah <i>Value Engineering</i>	13
2.8	Pengertian <i>Value engineering</i> (Rekayasa Nilai)	14
2.9	Konsep <i>Value engineering</i> (Rekayasa Nilai)	16
2.9.1	Fungsi.....	16
2.9.2	Biaya	17
2.9.3	Nilai	17
2.9.4	Hubungan antara Nilai, Fungsi dan Biaya	18
2.10	Penyebab Biaya Tidak Perlu	18
2.11	Waktu Penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)	20
2.12	Tujuan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)	21
2.13	Pentingnya <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai).....	21
2.14	Rencana Kerja <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)	21
2.15	Penelitian Terdahulu	23
7	BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Konsep Penelitian.....	28
3.2	Objek Penelitian.....	28
3.3	Data Penelitian	28
3.4	Metode Pengambilan Data	29
3.5	Metode Analisis Data.....	29
1	3.5.1 Tahap Informasi	29
3.5.2	Tahap Kreatif	31
3.5.3	Tahap Analisa	32
3.5.4	Tahap Rekomendasi	33

3.6	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV ANALISA DATA		36
4.1	Tahap Informasi	36
4.1.1	Data Umum Penelitian	36
4.1.2	Data Rencana Anggaran Biaya	36
4.1.3	Analisa Item Pekerjaan Berbiaya Tinggi	37
4.1.4	Analisa Fungsi Item Pekerjaan	41
4.2	Tahap Kreatif	42
4.3	Tahap Analisa	44
4.3.1	Analisa daya dukung pondasi	44
4.3.2	Perhitungan Volume	58
4.3.3	Biaya	59
4.3.4	Rekapitulasi Harga Pekerjaan	61
4.3.5	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	63
4.3.6	Analisa Keuntungan Dan Kerugian	64
4.3.7	Analisa Daur Hidup Proyek (<i>Life Cycle Cost</i>)	65
4.4	Tahap Rekomendasi	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Gambar Peta Jalan Proyek Flyover Krian	6
Gambar 1.2	Kondisi Proyek Konstruksi Flyover Krian	6
1	Gambar 3.1 Grafik Hukum Pareto	30
1	Gambar 3.2 Struktur Hierarchy Process (Metode AHP)	32
2	Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Analisa Data	34
	Gambar 4.1 Grafik Hukum Distribusi Pareto	38
15	Gambar 4.2 Grafik Hukum Distribusi Pareto Pekerja Struktur	39
	Gambar 4.3 Grafik Hukum Distribusi Pareto Pekerja Pondasi	40
	Gambar 4.4 Sket Desain Eksisting Tipe Pile Cap	45
	Gambar 4.5 Sket Desain Eksisting Tipe Pile Head	46
	Gambar 4.6 Sket Desain Eksisting Tipe Pile Cap	46
	Gambar 4.7 Sket Desain Eksisting Tipe Pile Head	48
	Gambar 4.8 Sket Desain Alternatif 1 Tiang Pancang D800	49
	Gambar 4.9 Sket Desain Alternatif 1 Bore Pile D1000	51
	Gambar 4.10 Sket Desain Alternatif 2 Tiang Pancang D800	53
	Gambar 4.11 Sket Desain Alternatif 2 Bore Pile D1000	55
	Gambar 4.12 Bagan Struktur Hirarki	63
	Gambar 4.13 Hasil Analytic Hierarchy Process Dengan Software Expert Choice	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Pertama	23
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Kedua	24
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu Ketiga	24
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Keempat	25
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Kelima	26
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu Keenam	26
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Ketujuh	27
Tabel 3.1 Contoh Tabel Breakdown Cost Model	30
Tabel 3.2 Contoh Tabel Analisa Fungsi	31
Tabel 3.3 Contoh Tabel Alternatif Pengganti	31
Tabel 3.4 Contoh Tabel Analisa Keuntungan dan Kerugian	32
Tabel 3.5 Contoh Tabel Life Cycle Cost	33
Tabel 3.6 Contoh Tabel Rekomendasi	33
Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek	37
Tabel 4.2 Breakdown Cost Model	37
Tabel 4.3 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur	38
Tabel 4.4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Pondasi	39
Tabel 4.5 Analisa Fungsi Item Pekerjaan Tiang Pancang D600	41
Tabel 4.6 Hasil Analisa Fungsi	41
Tabel 4.7 Tahap Kreatif	44
Tabel 4.8 Hasil Daya Dukung Pondasi	57
Tabel 4.9 Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Pondasi	58
Tabel 4.10 Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang D800 cm	58
Tabel 4.11 Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi Bore Pile D1000 cm	59
Tabel 4.12 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengadaan Dan Pemancangan Tiang Pancang D800	59
Tabel 4.13 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penyambungan Tiang Pancang D800	59
Tabel 4.14 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang D800	60
Tabel 4.15 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengboran Bore Pile (m')	60

Tabel 4.16 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penulangan Bore Pile (m').....	61
Tabel 4.17 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengeboran Bore Pile (m').....	61
Tabel 4.18 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Eksisting Tiang Pancang D600	62
Tabel 4.19 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Alternatif Tiang Pancang D800	62
Tabel 4.20 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Alternatif Bore Pile D1000.....	62
Tabel 4.21 Komparasi Biaya Pekerjaan Pondasi	63
Tabel 4.22 Analisa Keuntungan Dan Kerugian	64
Tabel 4.23 Suku Bunga Bank	65
Tabel 4.24 Biaya Daur Hidup Proyek (Life Cycle Cost).....	66
Tabel 4.25 Tahap Rekomendasi	67

DAFTAR GLOSSARY

Value Engineering adalah metode rekayasa nilai

Flyover adalah jalan layang

³ *Breakdown Cost Model* adalah upaya untuk mengurutkan item – item pekerjaan dalam proses konstruksi dari pekerjaan dengan biaya tertinggi hingga biaya terendah untuk menjabarkan distribusi pengeluarannya sesuai dengan fungsinya.

¹⁰² *Analytic Hierarchy Process (AHP)* adalah suatu model untuk ⁶⁹ mengurai masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki.

Life Cycle Cost adalah analisa daur hidup proyek.

⁵ *Pile head* adalah suatu bagian dari bangunan yang berperan untuk mengunci tiang.

¹¹ *Pile cap* adalah suatu bagian dari bangunan yang berperan untuk mengunci tiang pancang yang sudah terpasang dengan struktur di atasnya.

Bore Pile adalah jenis pondasi dengan metode pembuatan secara manual

Tiang Pancang adalah jenis pondasi dengan metode pembuatan secara fabrikasi

Cost / Worth adalah perbandingan antara biaya dan nilai

Brainstorming adalah suatu cara untuk menemukan ide – ide mengedepankan prinsip untuk berdiskusi dengan mengutarakan ide sebebaskan dan seluas mungkin dan mendorong adanya ide – ide yang diluar kebiasaan

A1 adalah singkatan dari Alternatif 1

A2 adalah singkatan dari Alternatif 2

¹ *Safe rate* adalah rata – rata suku bunga

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rutinitas manusia pada era perkembangan modern ini tentu tidak dapat terlepas dari kebutuhan mobilisasi. Mobilisasi dibutuhkan sebagai alat dalam menjalankan kegiatan yang dibutuhkan seperti kegiatan ekonomi, kegiatan perdagangan, kegiatan pariwisata dan sosial budaya. Kegiatan tersebut dapat menumbuhkan perputaran roda ekonomi baik dari segi barang, jasa serta kebutuhan sosial budaya. Berdasarkan hal tersebut dibutuhkan sarana dan prasarana yang cukup untuk mendukung kebutuhan manusia.

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang gencar melakukan pembangunan agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat sehingga dapat menjaga produktivitas masyarakat atau bahkan sebagai stimulus agar terbentuk produktivitas yang lebih. Perkembangan tersebut tentu berbanding lurus dengan bertambahnya pengguna jalan, sehingga jumlah alat transportasi juga semakin meningkat. Hal ini mengakibatkan semakin tingginya tuntutan akan fasilitas yang dapat menunjang kebutuhan masyarakat Indonesia. (Hendrianto, 2018)

Dunia teknik sipil terus mengalami perkembangan yang cukup pesat, diiringi dengan semakin meningkatnya inovasi – inovasi guna mengaplikasikan suatu gagasan guna mencapai tujuan yang didasari atas munculnya berbagai macam alternatif – alternatif baru pada suatu pembangunan yang bertujuan untuk mewujudkan sebuah konstruksi yang berkualitas dan efisien secara perencanaan konstruksi maupun pelaksanaan konstruksi. (Hendrianto, 2018)

Menurut (Siregar, 2018) Suatu proyek konstruksi tentu tidak akan terlepas dari aspek – aspek seperti biaya, waktu, sumber daya manusia dan sumber daya alam. Tentu dalam pelaksanaan dan perencanaan suatu proyek selalu memiliki tujuan untuk menghasilkan produk konstruksi yang memiliki mutu dan kualitas yang mempuni dengan biaya yang paling efisien dan optimal. Untuk mencapai tujuan tersebut tentu diperlukan penerapan manajemen perencanaan dan pelaksanaan yang mempuni dan telah teruji keberhasilannya.

Manajemen merupakan suatu proses atau rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memanfaatkan sumber daya secara maksimal. Manajemen juga merupakan suatu seni keahlian untuk memperoleh hasil semaksimal mungkin dengan usaha seminim mungkin dalam rangka untuk mewujudkan target yang telah ditetapkan. Sedangkan manajemen konstruksi merupakan bentuk penerapan dari segala aspek yang berupa perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian sumber daya proyek konstruksi secara efektif dan efisien guna mencapai suatu proyek yang optimal. (Siregar, 2018)

Biaya merupakan salah satu aspek penting yang menjadi titik berat dalam penerapan manajemen konstruksi. Efisiensi biaya akan bermanfaat baik bagi owner atau pengguna suatu bangunan konstruksi, pelaksana bangunan konstruksi dan perencana bangunan konstruksi. Teknik penghematan biaya tentu harus memperhatikan mutu dan kualitas suatu produk konstruksi. Suatu bangunan konstruksi wajib memenuhi aspek - aspek keamanan guna memastikan keamanan dan keselamatan pemilik atau pengguna bangunan tersebut.

Proyek konstruksi pada umumnya memiliki permasalahan umum yang sering muncul yaitu keterbatasan biaya akibat timbulnya potensi pembengkakan biaya yang memiliki persentase yang cukup besar hal tersebut dapat terjadi. Masalah seperti ini sering kali terjadi baik proyek berskala kecil maupun proyek berskala besar akibat tidak adanya upaya penerapan efisiensi biaya. Perlu dipahami bahwa masalah ini bukanlah mengenai masalah ketidakmampuan bagi para desainer profesional, melainkan kepada kurangnya dilakukan upaya penerapan manajemen efisiensi biaya. (Devita, 2022)

Optimasi dapat dilakukan dengan meninjau kembali desain dan spesifikasi proyek sehingga memungkinkan untuk dilakukan penghematan dari segi biaya dengan cara mengidentifikasi dan mereduksi biaya – biaya yang masih bisa dilakukan optimasi tanpa perlu mengurangi tingkat mutu dan kualitas suatu produk konstruksi. Metode ini sangat tepat digunakan untuk pengoptimalan dan penghematan biaya proyek tanpa perlu untuk menghilangkan nilai fungsi. (Rachmawan & HS, 2021)

Perkembangan jaman mendorong untuk terus dilakukan penyesuaian agar suatu metode yang menghasilkan produk tetap relevan. Rencana anggaran biaya (RAB) pembangunan proyek konstruksi dapat dianalisa untuk menemukan anggaran biaya yang paling hemat, namun masih sesuai dengan mutu yang telah ditetapkan. Terdapat beberapa alternatif yang dapat dijadikan sebagai dasar pemikiran untuk melakukan kajian yang

sifatnya tidak untuk mengoreksi perencanaan, namun lebih mengarah ke optimasi biaya yang akan diperoleh dari perubahan terhadap material konstruksi. (Kogoya, 2020)

Disiplin ilmu Teknik Sipil menjelaskan bahwa sebuah optimasi biaya dapat dilakukan dengan beberapa upaya – upaya tertentu, supaya didapat biaya yang paling optimal sesuai dengan kebutuhan, dapat dilakukan manajemen konstruksi (MK) untuk mengefisienkan dan mengefektifkan biaya. Bidang ilmu ini biasa dikenal dengan nama *Value Engineering* (Rekayasa Nilai).

Value Engineering (Rekayasa Nilai) secara garis besar adalah suatu pendekatan sistematis dan terorganisir yang bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal dari setiap biaya yang dikeluarkan. Suatu penerapan *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) diperlukan usaha kreatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi dengan menghemat dan atau memodifikasi biaya yang dapat di optimasi kembali. (Santoso, 2020)

Value engineering (Rekayasa Nilai) adalah suatu manajemen yang menggunakan metode pendekatan yang terstruktur dan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengoptimasi biaya – biaya yang tidak perlu. *Value engineering* digunakan untuk menemukan alternatif – alternatif atau ide – ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik atau lebih rendah dari harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan dari segi fungsional dan kualitas suatu produk konstruksi. (Halik, 2018)

Pendapat terbaru dari (Rachmawan & HS, 2021) *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) juga merupakan suatu metode evaluasi yang dipergunakan untuk menganalisa teknik dan nilai dari suatu proyek atau produk konstruksi yang melibatkan pemilik, perencana dan pelaksana konstruksi dengan pendekatan yang sistematis, terencana dan kreatif yang bertujuan untuk mendapatkan biaya yang paling efektif dan efisien dengan mutu yang cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku

Value engineering (Rekayasa Nilai) mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1986 oleh bapak Dr. Ir. Suriana Chandra melalui kegiatan seminar – seminar di berbagai kota. Akan tetapi, pada tahun 1990-an sampai dengan awal tahun 2003 perkembangan terlalu pesat karena kurangnya regulasi dari pemerintah mengenai penerapan program *value engineering* (rekayasa nilai).

Value engineering (Rekayasa Nilai) baru diterapkan secara serius dan dengan ditandai dengan dikeluarkannya Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.06/PRT/M/2008 tentang pedoman pengawasan konstruksi. Pemerintah secara tegas memberikan

dukungan terhadap penerapan rekayasa nilai pada proyek konstruksi. Sesuai dengan peraturan Departemen Pekerjaan Umum Nomor 222/KPTS/CK/1991 Direktorat Jendral Cipta Karya bahwa bangunan yang memiliki nilai pengerjaan lebih dari 1 milyar harus dilakukan suatu analisis *Value engineering* (Rekayasa Nilai). (Santoso, 2020)

Pekerjaan struktur merupakan pekerjaan yang paling umum dilakukan penerapan rekayasa nilai. Hal ini dikarenakan karena komponen penyusun pekerjaan struktur memiliki biaya yang tinggi serta dirasa kurang optimal. Tahapan rekayasa nilai sendiri meliputi dari proses perencanaan struktur, metode konstruksi dan pemilihan material. Dalam penerapan rekayasa nilai ini diperlukan kreativitas untuk memunculkan alternatif baru tanpa mengurangi kualitas, keamanan, kekuatan dan mutu sesuai dengan persyaratan sehingga tercapai suatu produk konstruksi yang paling optimal. (Santoso, 2020)

Metode analisa *Value engineering* (Rekayasa Nilai) dipilih oleh peneliti untuk memilih beberapa alternatif – alternatif yang dilakukan secara sistematis. Metode *Value engineering* (Rekayasa Nilai) dapat digunakan untuk mendapatkan keseimbangan antara fungsi dan biaya yang paling optimal. Metode *Value engineering* ini dirasa mampu digunakan untuk menghemat biaya produksi tanpa mengesampingkan spesifikasi standart dan persyaratan yang telah ditetapkan, baik secara fungsi dan mutu (Ariva, 2020).

Penerapan analisis *Value engineering* (Rekayasa Nilai) paling efektif adalah saat tahap perencanaan karena tidak akan mengganggu waktu berjalannya proyek konstruksi. Sedangkan penerapan *Value engineering* (Rekayasa Nilai) pada tahap akhir ditujukan untuk studi yang dapat dimanfaatkan untuk masa mendatang sehingga dapat mewujudkan upaya untuk mengikuti perkembangan jaman sehingga suatu produk yang dihasilkan akan paling efektif dan relevan.

Pembangunan merupakan bentuk dari upaya pemerintah untuk terus melakukan pembangunan di penjuru kota guna memfasilitasi kegiatan masyarakat. Dari data yang telah dikumpulkan oleh pemerintah dan dari pengamatan langsung di lapangan dapat disimpulkan bahwa perlunya tata kelola lalu lintas yang baik sehingga dapat mengurangi kepadatan dan kemacetan lalu lintas. Salah satu bentuk nyata dari upaya penanggulangan permasalahan ini adalah dengan pembangunan *Flyover* di lokasi yang strategis. Seperti proyek *Flyover* Krian yang merupakan proyek yang memiliki lokasi yang strategis.

Flyover adalah sebuah bangunan yang dibuat diatas jalan raya atau perlintasan kereta api yang bertujuan untuk mengurai kemacetan dan mempercepat waktu tempu

perjalanan. Kecamatan Krian termasuk dalam wilayah Kabupaten Sidoarjo adalah lokasi yang memiliki tingkat populasi penduduk yang sangat tinggi, sehingga timbul arus lalu lintas yang padat. Kemacetan adalah kondisi dimana arus lalu lintas yang menggunakan ruas jalan melebihi dari kapasitas yang tersedia sehingga kecepatan bebas mendekati 0 km/jam. Penulis sendiri yang merupakan pengguna akses transportasi ruas jalan Krian – Tarik merasa tingkat kemacetan di lokasi ini sangat tinggi. Oleh karena itu kemacetan ini perlu di urai dengan dilakukannya pembangunan proyek *Flyover* Krian.

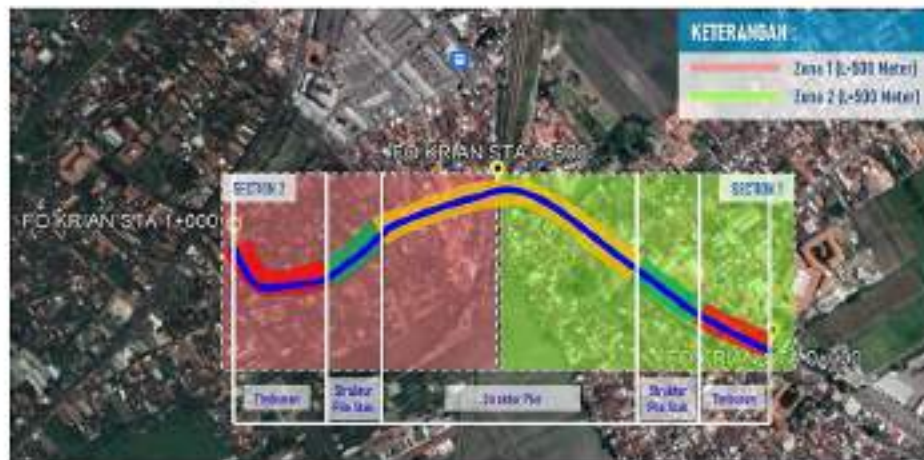
Proyek ini memiliki lokasi yang terdapat jalur kereta api yang kini memiliki perlintasan kereta api *double track* yang sebelumnya masih menggunakan *single track*, atas permasalahan ini pihak yang berwenang memutuskan untuk menutup persimpangan jalur kereta api yang biasa dilalui kendaraan umum sehingga dapat menghilangkan potensi kecelakaan akibat lalu lintas kereta api. Selain itu pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja merupakan aspek yang diutamakan pada pelaksanaan proyek *Flyover* Krian ini karena selain menjaga keselamatan para pekerja, proyek ini juga bersentuhan langsung dengan masyarakat umum. Maka dari itu pada proyek ini aspek keselamatan dan kesehatan kerja adalah salah satu aspek yang sangat penting untuk dilaksanakan.

Pelaksanaan proyek *Flyover* Krian ini dapat dilaksanakan dengan lancar dan cepat karena beberapa lahan yang akan digunakan merupakan lahan milik pemerintah dan pembebasan hanya dilakukan pada lokasi tertentu. Koordinasi dengan pihak setempat juga berjalan lancar mengenai mobilisasi perletakan material dan patokan area konstruksi. Sosialisasi pada masyarakat lokal dan pengguna jalan juga telah dilakukan. Selain itu pembuatan jalan sementara juga telah dilakukan dari awal sehingga masyarakat masih bisa melakukan aktivitas sehari – hari.

Pelaksanaan pembangunan proyek *Flyover* Krian ini memerlukan biaya yang cukup besar yaitu Rp. 147.671.577.008,04. Pemilihan dari material konstruksi atau kurangnya ide – ide dan upaya optimasi biaya menjadi salah satu alasan besarnya biaya yang dikeluarkan. Dalam proyek ini upaya optimasi biaya secara profesional sudah dilakukan. Upaya optimasi biaya konstruksi masih akan dilakukan sebagai bahan studi yang akan menjadi bentuk upaya untuk membuat suatu produk konstruksi tetap relevan di masa mendatang.

Penerapan *Value engineering* (Rekayasa Nilai) ini akan dilakukan setelah tahap perencanaan. Terdapat beberapa hal yang dapat ditinjau ulang, yaitu dengan melakukan

beberapa penyesuaian terhadap pemilihan alternatif – alternatif dari material maupun metode pekerjaan yang digunakan. Melalui penelitian ini direncanakan untuk merubah pondasi eksisting menjadi alternatif baru. Penerapan studi *Value engineering* ini akan dilakukan pada proyek bangunan *Flyover Krian* yang memiliki luas bangunan sebesar $\pm 1.000 \text{ m}^2$. Proyek *Fly Over Krian* ini berlokasi di Jl. Kyai Mojo No. 77 – Jl Raya Moh. Yamin No. 247, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61262. Berikut adalah detail lokasi proyek.



Gambar 1.1 Gambar Peta Jalan Proyek *Flyover Krian*

Sumber : Data Proyek



Gambar 1.2 Kondisi Proyek Konstruksi *Flyover Krian*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalahnya :

1. Pekerjaan struktur bawah apa saja yang dapat dilakukan penerapan *value engineering* pada proyek pembangunan *Flyover* Krian?
2. Alternatif desain apa saja yang paling optimal sehingga dapat digunakan untuk menghasilkan penghematan biaya setelah dilakukan analisa penerapan *value engineering* pada proyek pembangunan *Flyover* Krian?
3. Berapa besar biaya yang dapat dihemat setelah diterapkan *value engineering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan perencanaan ini sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana penerapan *value engineering* pada proyek pembangunan *Flyover* Krian?
2. Mengetahui rekomendasi alternatif desain paling optimal yang dapat digunakan untuk menghasilkan penghematan biaya setelah dilakukan analisa penerapan *value engineering* pada proyek pembangunan *Flyover* Krian?
3. Mengetahui berapa biaya yang dapat dihemat setelah diterapkan *value engineering*?

1.4 Batasan Masalah

Mengingat permasalahan jalan yang begitu luas maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini akan difokuskan untuk mencari bahan alternatif yang paling sesuai untuk proyek agar mendapatkan desain yang paling optimal . Untuk itu analisa waktu tidak dihitung.
2. Perhitungan biaya dan analisa kelayakan hanya dilakukan kepada struktur pondasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat perencanaan sebagai berikut :

1. Dapat digunakan sebagai referensi dan pertimbangan dengan beberapa alternatif yang dihasilkan.
2. Menambah wawasan tentang ilmu manajemen konstruksi khususnya mengenai *value engineering*.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mencapai suatu target yang telah ditentukan dengan sumber daya dan durasi yang telah ditentukan. Karakteristik dari suatu proyek konstruksi adalah memiliki tujuan yang jelas, jumlah biaya, jangka waktu, kriteria mutu dan metode pengerjaannya yang dilakukan dengan gabungan dari beberapa keahlian yang akan dikombinasikan. Suatu proyek konstruksi memiliki beberapa keunikan tersendiri, karena dari setiap proyek ke proyek yang lain tidak akan sama. (Nasrul, 2015)

2.2 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah serangkaian kegiatan yang saling berkaitan dari proses perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian setiap aspek dari individu – individu yang terkait dan bentuk pengelolaan sumber daya yang bertujuan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Manajemen proyek bertujuan untuk mengelola segala bentuk sumber daya sehingga didapat hasil akhir yang paling optimal dan efisien. (Dimiyari dan Nurjaman, 2014)

2.3 Flyover (Jalan Layang)

Flyover atau jalan layang adalah bangunan jalan yang dibangun diatas perlintasan rel kereta api, sungai atau bangunan lain yang memiliki elevasi ketinggian yang berbeda. Bangunan flyover biasanya memiliki tujuan untuk mengatasi dan mengurai permasalahan kemacetan yang dihadapi selain itu, bangunan flyover yang berada diatas perlintasan rel kereta api dapat mengurangi peluang terjadinya kecelakaan lalu lintas. Maka, suatu bangunan flyover atau jembatan harus mampu menahan beban – beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Perencanaan sesuai dengan standar yang berlaku merupakan suatu hal yang penting untuk dilakukan. (Yayat Hidayat, 2018).

2.3.1 Perencanaan Flyover

Perencanaan flyover atau jembatan memiliki potensi untuk terjadinya kegagalan struktur, potensi resiko ini tentu dapat diminimalisir dengan perencanaan yang tepat.

Kemungkinan dalam kegagalan itu dihitung dengan menggunakan angka reduksi kekuatan dan angka faktor pembebanan. Kemampuan struktur dinyatakan aman untuk digunakan apabila kemampuan bangunan untuk memikul gaya / beban yang bekerja memiliki nilai yang lebih besar dari gaya / beban yang dipikul. (Fatimah & Putri, 2020)

2.3.2 Pokok - Pokok Perencanaan Flyover

Sesuai dengan buku pedoman persyaratan umum perencanaan jembatan (Kementerian Pekerjaan Umum, NO.07/SE/M/2015 Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan, 2015), struktur jembatan yang berfungsi paling optimal untuk memenuhi pokok – pokok perencanaan jembatan atau flyover sebagai berikut :

1. *Structural safety* (Kekuatan dan stabilitas struktur)
Kemampuan struktur merupakan bagian paling vital dari suatu bangunan flyover. Oleh karena itu, seorang perencana harus mengutamakan kualitas struktur yang telah direncanakan.
2. *Durability* (Keawetan dan kelayakan jangka panjang)
Penggunaan material yang berkualitas baik sesuai dengan standar yang berlaku merupakan bentuk dari tanggung jawab dan upaya perencana untuk menjaga keawetan dari sebuah bangunan flyover.
3. *Inspectability* (Kemudahan pemeriksaan)
Seorang perencana harus mempertimbangkan aspek pemeriksaan kedepannya untuk menjaga kualitas bangunan flyover. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan akses – akses pemeriksaan seperti tangga inspeksi dan sebagainya.
4. *Maintainability* (Kemudahan pemeliharaan)
Suatu bangunan flyover harus memiliki kemudahan pemeliharaan agar bangunan tersebut dapat dilakukan perbaikan maupun pemeliharaan yang bertujuan untuk mencapai umur layan yang panjang.
5. *Rideability* (Kenyamanan bagi pengguna jembatan)
Fasilitas yang digunakan secara langsung oleh pengguna jalan perlu untuk disediakan dengan baik untuk menjaga keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.
6. *Affordable* (Ekonomis)
Perencanaan yang baik dan optimal dapat menghasilkan suatu produk konstruksi dengan biaya yang paling ekonomis sesuai dengan kebutuhan.

7. *Construcability* (Kemudahan pelaksanaan)

Perencanaan yang baik tanpa dibarengi dengan pelaksanaan yang baik tentu tidak dapat menghasilkan produk konstruksi sesuai dengan keinginan perencana.

8. *Aesthetics* (Estetika)

Komponen suatu *flyover* yang unik adalah suatu hal yang perlu diperhatikan perencana terutama bila suatu bangunan tersebut merupakan ciri khas (*landmark*) suatu daerah.

9. *Environmental impacts are at reasonable level and tend to be minimal* (Dampak lingkungan pada tingkat yang wajar dan cenderung minimal)

Seorang perencana dalam merancang suatu bangunan jembatan / *flyover* harus mempertimbangkan dampak lingkungan yang paling minimal akibat konstruksi tersebut.

2.4 Bagian – Bagian *Flyover*

Kondisi lalu lintas yang sering terjadi kemacetan dan kepadatan lalu lintas perlu untuk diurai dengan pembangunan bangunan *flyover* oleh pemerintah setempat sebagai bentuk upaya untuk memudahkan mobilitas bagi masyarakat sekitar yang akan memiliki dampak besar kedepannya. *Flyover* atau jalan layang memiliki dua bagian bangunan utama yaitu, bangunan atas (*Upper Structure*) dan bangunan bawah (*Sub Structure*) (Risma Anggraini, 2019)

2.4.1 Struktur Atas (*Upper Structure*)

Struktur atas *flyover* berfungsi untuk menerima beban langsung yang meliputi : beban sendiri struktur, beban mati, beban lalu lintas dan lain sebagainya, yang kemudian disalurkan ke struktur bawahnya. Menurut (Jandryan, 2023) bagian dari struktur atas *flyover* meliputi :

1. Tiang sandaran
2. Plat lantai kendaraan
3. Perkerasan aspal
4. Balok girder
5. Bangunan pelengkap

8

2.4.2 Struktur Bawah (*Sub Structure*)

Struktur bawah *flyover* adalah bagian konstruksi *flyover* yang memiliki peran untuk memikul beban dari struktur atas (*Upper Structure*) *flyover* yang akan diteruskan sampai ke tanah keras. Berikut adalah bagian dari struktur bawah *flyover* :

1. Pondasi

Pondasi merupakan suatu konstruksi yang terletak pada dasar struktur bangunan yang berfungsi untuk menerima beban bangunan yang bekerja di atasnya. Menurut (landryan, 2023) Pondasi dibagi menjadi dua tipe yaitu :

a. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal adalah pondasi yang terletak pada kedalaman kurang dari atau sama dengan tiga meter. Pondasi telapak, pondasi menerus, dan pondasi rakit adalah contoh dari jenis pondasi dangkal. Pondasi jenis ini biasanya digunakan pada bangunan konstruksi yang sederhana.

b. Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang diperuntukan untuk menemukan tanah keras yang terletak pada kedalaman tertentu sesuai dengan hasil uji sondir. Pondasi *bored pile* dan pondasi tiang pancang merupakan jenis dari pondasi dalam. Pondasi jenis ini biasanya digunakan pada bangunan konstruksi yang memikul beban yang besar.

2. Pile Cap

Pile cap adalah bagian struktur bawah *flyover* yang berperan untuk mengikat pondasi tiang pancang atau pondasi *bore pile* yang sudah terpasang sehingga menjadi suatu kesatuan bangunan untuk menerima beban secara merata.

3. Pilar

Pilar adalah bagian *flyover* yang berfungsi untuk menahan beban dan meneruskan beban yang bekerja pada suatu bangunan *flyover*.

2.5 Perencanaan Pondasi Struktur Bawah *Flyover*

Pondasi merupakan bagian dari struktur bawah yang memegang peranan vital pada suatu bangunan jembatan maupun *flyover*. Perencanaan pondasi pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan dengan metode *end bearing* dimana kedalaman tiang menyentuh tanah keras sedalam 31 – 35 meter. Penurunan pada pondasi *end bearing pile* ini diasumsikan tidak ada karena hasilnya sangat kecil. Upaya ini untuk memastikan

penerapan alternatif *value engineering* (rekayasa nilai) yang dicoba bisa dijalankan, (landryan, 2023). Berikut adalah analisa daya dukung pondasi adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converce Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right] \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

Eff : Efisiensi kelompok

θ : arc tg (D/S)

D : Diameter tiang

m : Jumlah baris tiang

n : Jumlah tiang per baris

2. Daya dukung kelompok tiang berdasarkan data SPT Dengan Metode Mayerhoff

$$Pijin = \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N-SPT}{SF} \dots\dots\dots (2.2)$$

L : Kedalaman

D^2 : Diameter tiang

N-SPT : Data tanah SPT

SF : Faktor keamanan

3. Daya dukung kelompok tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$Pgrup = E \times mn \times Pijin \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

Pgrup : Daya dukung kelompok tiang

E : Efisiensi tiang

mn : Jumlah tiang

Pijin : Daya dukung satu tiang

2.6 Perencanaan *Pile Cap*

Pile cap merupakan elemen struktur yang memiliki fungsi untuk menikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya. *Pile cap* juga memiliki tujuan untuk memastikan lokasi kolom tepat berada di titik pusat pondasi sehingga tidak menyebabkan

eksentrisitas yang dapat menyebabkan beban tambahan pada pondasi. Menurut Hardiyanto (2008) Perencanaan *Pile cap* pada umumnya dilakukan dengan anggapan sebagai berikut :

1. *Pile cap* sangat kaku
2. Ujung atas tiang dibuat menggantung pada *Pile cap*. Sehingga, tidak ada momen lentur yang diakibatkan oleh *Pile cap* ke tiang.
3. Apabila tegangan yang bekerja pada kelompok tiang tersebut menimbulkan penurunan. Maka distribusi tegangan membentuk bidang datar.

2.7 Sejarah *Value Engineering*

Value engineering (Rekayasa Nilai) pada awalnya bernama analisis nilai (*Value analysis* / *VA*) pertama kali dikenal pada masa Perang Dunia II atau sekitar tahun 1940-an, pada saat itu perusahaan bernama *General Electric* (*GE*) sedang menghadapi krisis kekurangan material dan tenaga kerja untuk memproduksi komponen – komponen persenjataan bagi pesawat terbang. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, seorang staff ahli dari perusahaan tersebut yang bernama *Lawrence D. Miles* mengembangkan suatu sistem yang disebut analisis nilai yang memiliki tujuan untuk mengurangi biaya dan juga dapat digunakan untuk meningkatkan hasil produksi. (Siregar, 2018)

Fungsi awal dari analisis nilai (*Value analysis*) adalah untuk mengkaji setiap komponen yang dapat dilakukan optimalisasi dari setiap komponen eksisting. Namun pada perkembangannya, metode analisis ini mengalami beberapa perubahan konteks, yaitu dari pengidentifikasian komponen eksisting ke optimasi konsep rancangan terhadap komponen baru. Oleh karena itu nama *Rekayasa Nilai* (*Value engineering* / *VE*) muncul sebagai bentuk penyesuaian terhadap perubahan konteks tersebut (Priyanto, 2010)

Metode yang telah dikembangkan oleh *Lawrence D. Miles* dikenal sebagai Teknik Analisis Nilai (*Value Analysis Technique*) dan menjadi standar dari *General Electric Company*. Pada tahun 1954, salah satu biro Departemen Pertahanan Amerika Serikat menggunakan metode dari *Lawrence D. Miles* yaitu *Value engineering* (*Rekayasa Nilai*). Pada tahun pertama penerapannya program tersebut mampu menghemat biaya sampai dengan 18 juta dolar. Keberhasilan tersebut mendorong peluncuran program sejenis yang mendatangkan penghematan di beberapa substansi terkait. (Siregar, 2018)

Hasil dari penerapan *Value engineering* (*Rekayasa Nilai*) telah mampu berperan untuk untuk menghilangkan biaya yang tak perlu dan metode kemudian menyebar

keseluruh Amerika dan mencapai benua biru Eropa pada tahun 1960-an. Pada tahun 1965, Biro Reklame Amerika Serikat mulai menggunakan *Value engineering* pada tahap konstruksi dan perencanaannya. Pada pertengahan tahun 1972, Departement of *Public Building Services* mengembangkan *Value engineering* secara luas dan kemudian ditetapkan bahwa *Value engineering* merupakan suatu keharusan bagi *Construction Management Services*. (Devita, 2022)

Value engineering (Rekayasa Nilai) berperan sebagai suatu teknik manajemen yang *output*-nya adalah penghematan biaya proyek telah berkembang dengan pesat dalam dunia konstruksi. Penyebaran ilmu ini telah dikenal dan dipraktikkan ke beberapa penjuru dunia hingga sampai masuk ke Indonesia tahun 1986, namun teknik manajemen ini baru digunakan pada tahun 1990. (Devita, 2022)

2.8 Pengertian *Value engineering* (Rekayasa Nilai)

Pengertian *Value engineering* (Rekayasa Nilai) adalah teknik yang menggunakan pendekatan dengan menganalisa fungsi terhadap nilainya. Proses yang ditempuh adalah mengoptimasikan pengurangan biaya dengan tetap mempertahankan mutu dan kualitas yang dibutuhkan (Nandito, 2020). Sedangkan *Value engineering* menurut para ahli adalah sebagai berikut :

1. Lawrence D. Miles (1972)

Value engineering (Rekayasa Nilai) merupakan suatu metode dengan pendekatan yang bersifat kreatif dan sistematis dengan tujuan untuk mengurangi dan mengoptimasi biaya – biaya yang tidak diperlukan.

2. Wharburton – Brown,

“ *Value engineering is organized method off identifying and eliminating all unnecessary cost, withot detriment to quality or reliability* “. Atau “ Analisis Nilai adalah metode yang terorganisasikan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan semua biaya yang tidak perlu, tanpa mengganggu kualitas dan realibilitas “.

3. *Society of american Value engineering* (1995)

Value engineering (Rekayasa Nilai) adalah teknik yang diterapkan secara sistematis untuk fungsi suatu produk atau jasa, untuk menentukan *cost and worth* yang memenuhi dengan biaya yang optimal.

4. ¹⁶ Larry W. Zimmerman dan Glen D. Hart (1982)

Value engineering (Rekayasa Nilai) merupakan bentuk penerapan teknik manajemen yang menggunakan metode pendekatan ³⁴ sistematis dan terorganisasi dengan menggunakan analisis fungsi pada suatu proyek atau produk sehingga diperoleh hasil yang mempunyai keseimbangan antara fungsi dengan biaya, keandalan dan mutu yang dihasilkan. Berikut ini akan dijabarkan lebih lanjut mengenai apa yang dimaksud dengan penerapannya dalam proyek konstruksi :

¹ a. *An Oriented System* (Berorientasi Sistem)

Adalah suatu teknik yang menggunakan beberapa tahapan dalam rencana tugas yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi biaya – biaya yang tidak diperlukan

¹⁴ b. *Multidisciplin Team Approach* (Pendekatan tim yang multi disiplin)

Merupakan suatu teknik penghematan biaya yang melibatkan seluruh anggota tim dari berbagai disiplin ilmu yang terlibat yakni *owner*, perencana, pelaksana dan para ahli yang berpengalaman dibidangnya

¹ c. *A Proven Managemen Technique* (Teknik yang terbukti)

Yaitu suatu teknik penghematan biaya yang telah terbukti dan teruji mampu memberi *output* hasil berbagai produk yang bermutu dan memiliki biaya yang relatif rendah.

¹⁴ d. *An Oriented Function* (Berorientasi pada Fungsi)

Adalah suatu teknik yang berorientasi dan mengedepankan pada fungsi – fungsi yang dibutuhkan pada setiap item pekerjaan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang diinginkan. Fungsi merupakan bentuk orientasi yang ditujukan pada analisa fungsi yang merupakan salah satu tahapan dari proses *Value engineering* (Rekayasa Nilai).

⁹⁷ e. *Life Cycle Cost Oriented* (Berorientasi pada siklus hidup)

²⁶ Merupakan suatu teknik yang berorientasi dan mengedepankan pada biaya total yang diperlukan selama proses produksi serta optimasi pengoperasian segala fasilitas pendukungnya.

¹⁶ Menurut Zimmerman dan Hart (1982) dalam (Devita, 2022), *Value engineering* (Rekayasa Nilai) bukanlah :

- a. *A Design Review*, yaitu upaya untuk mengoreksi kesalahan – kesalahan yang dilakukan oleh perencana atau upaya untuk melakukan perhitungan ulang dari perhitungan awal yang dibuat oleh perencana.
- b. *A Cost Cutting Process*, adalah suatu upaya untuk mengurangi biaya tanpa mempedulikan dampaknya terhadap mutu, keandalan, dan keamanan.
- c. *A Requirement Done All Design*, yaitu ketentuan yang diterapkan setiap desain, namun bukan merupakan kewajiban tiap perencana dan pelaksana untuk melakukan hal ini karena keterbatasan kemampuan dan waktu dalam pekerjaannya sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan alternatif diluar yang dikuasainya.
- d. *Quality Control*, yaitu kontrol terhadap kualitas dari suatu produk / jasa.

Definisi *Value engineering* (Rekayasa Nilai) di atas dapat dimaknai bahwa teknik menjemen yang digunakan adalah dengan metode pendekatan sistematis untuk mendefinisikan fungsi – fungsi yang dibutuhkan dalam mendesain suatu sistem, produk atau jasa yang dihasilkan digunakan untuk menghasilkan optimasi terhadap fungsi – fungsinya sehingga hasil akhir didapat hasil yang paling optimal. (Devita, 2022)

2.9 Konsep *Value engineering* (Rekayasa Nilai)

Konsep *Value engineering* (Rekayasa Nilai) terdiri dari banyak faktor yang dapat dijadikan pertimbangan selama proses analisis seperti fungsi, biaya dan nilai. Konsep *Value engineering* (Rekayasa Nilai) dapat dijelaskan dengan beberapa poin – poin sebagai berikut :

2.9.1 Fungsi

Fungsi adalah segala bentuk kontribusi yang dapat diberikan atau diterapkan oleh suatu produk yang dapat dimanfaatkan untuk bekerja. Peran dari fungsi sangat vital dalam *Value engineering* (Rekayasa Nilai) yang menjadi objek utama dalam hubungannya dengan biaya. Untuk mengidentifikasi fungsi L. D. Miles menjelaskan dalam Medonca (2015) sebagai berikut :

1. Fungsi dasar, merupakan alasan utama suatu sistem dapat terwujud. Misalkan alat berat excavator, fungsi pokoknya yaitu untuk memindahkan material. Fungsi pokok ini yang membuat produk jenis ini dibuat oleh produsen untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen.

2. Fungsi kedua, yaitu berupa peran kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi masih diperlukan sebagai penunjang. Fungsi kedua kadang – kadang dapat menimbulkan hal – hal yang kurang disukai. Misalnya untuk mengoperasikan excavator menggunakan mesin diesel yang tergolong efisien dalam penggunaan bahan bakarnya, akan tetapi dapat menyebabkan pencemaran udara.

3. Fungsi tak perlu adalah segala bentuk kontribusi dalam bentuk apa saja yang tidak mempunyai nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar dan nilai estetika.

Fungsi merupakan bagian yang memiliki peran vital terhadap Value engineering (Rekayasa Nilai) dikarenakan tujuan penerapan studi ini adalah untuk mengidentifikasi alternatif desain yang lebih optimal. (landryan, 2023)

2.9.2 Biaya

Biaya (Cost) adalah segala jenis anggaran yang dikeluarkan dari proses awal sampai akhir untuk mendapatkan produk yang diinginkan. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan dimulai dari pemunculan gagasan dan ide – ide, perencanaan, pelaksanaan, hingga tercapai hasil akhir dari produk yang dijalankan. Produsen yang berperan dalam menghasilkan produk selalu mengedepankan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, reliabilitas dan pemeliharaan karena akan berpengaruh terhadap biaya yang akan dibebankan kepada konsumen. (Medonca, 2015).

2.9.3 Nilai

Nilai (Value) merupakan suatu perbandingan (ratio) antara mutu yang dihasilkan oleh suatu fungsi terhadap biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan fungsi yang paling optimal. Makna dari sebuah kata nilai cukup sulit untuk dibedakan dalam setiap konteks yang dibawa. Nilai dapat mengandung arti subjektif apabila dihubungkan dengan moral, estetika, sosial, ekonomi. Menurut Medonca (2015) dalam (landryan, 2023) Pengertian nilai dibedakan dengan biaya karena hal – hal sebagai berikut :

1. Besaran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya sedangkan harga maupun biaya ditentukan oleh substansi dari komponen penyusun produk tersebut.
2. Besaran nilai lebih cenderung kearah subjektif sedangkan biaya tergantung kepada pengeluaran yang dilakukan untuk mewujudkan produk tersebut.

2.9.4 Hubungan antara Nilai, Fungsi dan Biaya

Hubungan antara Nilai, Fungsi dan Biaya dapat dijelaskan dengan rumus – rumus sebagai berikut :

1. Bagi produsen : $Nilai = \frac{Fungsi}{Biaya}$ (2.4)

2. Bagi konsumen : $Nilai = \frac{Manfaat}{Biaya}$ (2.5)

Dari rumus diatas maka nilai dapat ditingkatkan dengan cara menurut (landryan, 2023) sebagai berikut :

1. Meningkatkan fungsi atau manfaat tanpa menambah biaya
2. Mengurangi biaya dengan mempertahankan fungsi dan manfaat
3. Kombinasi pada opsi pertama dan opsi kedua

2.10 Penyebab Biaya Tidak Perlu

Menurut Zimmerman dan Hart (1982) dalam (Siregar, 2018), hal hal yang menyebabkan munculnya biaya – biaya yang tidak diperlukan ketika proyek konstruksi berlangsung sebagai berikut :

1. *Lack of fee* (Kekurangan Biaya)

Kekurangan biaya merupakan masalah utama yang sering dihadapi pada suatu pembangunan proyek konstruksi. Kekurangan ini dapat menyebabkan terjadinya keterlambatan dalam pengerjaannya atau bahkan dapat menyebabkan terhentinya proyek konstruksi ditengah jalan.

2. *Lack of Time* (Kekurangan Waktu)

Pada umumnya keterbatasan waktu adalah masalah yang kerap dihadapi oleh perencana dalam merancang perbandingan biaya guna mencapai nilai dan fungsi yang paling optimal.

3. *Lack of Information* (Kekurangan Informasi)

Perkembangan jaman tentu berjalan seiringan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi di dunia teknik sipil. Berbagai macam jenis material dan produk terus bermunculan dengan inovasi – inovasi baru yang dibawa. Kurangnya informasi mengenai perkembangan dan inovasi terkini dalam bidang konstruksi dapat menimbulkan ketertinggalan teknologi dalam pelaksanaan proyek.

4. *Lack of Idea* (Kekurangan Ide)

Keterbatasan kreativitas dalam mengembangkan ide – ide dan inovasi baru dirasa masih menjadi permasalahan yang kerap muncul, karena setiap individu tentu memiliki spesialisasi di bidangnya masing – masing sehingga diperlukan untuk dilakukan kombinasi dari beberapa bidang untuk dapat menciptakan dan mewujudkan ide – ide menjadi sebuah desain yang telah berinovasi.

5. *Misunderstanding* (Kesalahpahaman)

Kesalahpahaman tentu dapat terjadi bila melibatkan banyak kepala/ individu karena setiap kepala/individu memiliki sudut pandang yang berbeda sesuai dengan pengalaman dan kepercayaan masing – masing.

6. *Temporary Circumstances That Becomes Permanent* (Keadaan Sementara yang Menjadi Permanen)

Dalam keadaan dan situasi yang memiliki waktu yang terbatas sehingga diambil keputusan sementara yang awalnya diyakini akan dilakukan tinjauan kembali di masa mendatang. Keputusan tersebut bersifat spekulatif yang didasari atas asumsi tertentu, namun pada penerapannya masih sering ditemui keputusan sementara yang menjadi keputusan permanen sehingga dapat menimbulkan terjadinya pembengkakan biaya.

7. *Habits* (Kebiasaan)

Kebiasaan perencana untuk menerapkan desain yang sama bagi semua proyek yang bertujuan untuk mempermudah pekerjaan kerap kali menyebabkan terjadinya pembengkakan biaya.

8. *Attitude* (Sikap)

Upaya untuk selalu mengoreksi (dalam konteks yang negatif) apapun yang telah dilakukan terkadang dapat menjadi sebuah hambatan dalam suatu proyek konstruksi.

9. *Politics* (Politik)

Beberapa keadaan dan kebijakan politik terkadang dapat merugikan suatu proyek karena dapat menuntut perencana untuk memilih alternatif yang telah dianjurkan walaupun bukan merupakan alternatif yang terbaik.

10. *Reluctance to Seek Advice* (Enggan mencari saran)

Keterbatasan pengetahuan dan pengalaman dalam merencanakan ataupun melaksanakan sering kali menjadi hambatan apalagi diiringi dengan keyakinan yang berlebihan terhadap pendapat sendiri tanpa mempertimbangkan untuk mencari saran sebagai pembandingan dapat menimbulkan pembengkakan biaya proyek konstruksi.

11. *Misconception* (Salah Konsep)

Kesalahan konsep pada saat pekerjaan yang menimbulkan revisi ataupun perubahan ditengah proses pengerjaan dapat menimbulkan pembengkakan biaya proyek konstruksi.

12. *Poor Human Relation* (Hubungan Masyarakat yang kurang)

Hubungan yang kurang baik antara setiap anggota tim dalam pengambilan keputusan yang akan diambil sering kali dapat menyebabkan timbulnya biaya – biaya yang tidak diperlukan.

Perencanaan dan pelaksanaan proyek harus direncanakan dan dieksekusi dengan terstruktur namun juga tetap fleksibel sesuai situasi untuk dapat mencapai tujuan yang telah ditentukan. (Siregar, 2018)

2.11 Waktu Penerapan *Value Engineering* (Rekayasa Nilai)

Value Engineering (Rekayasa Nilai) secara teoritis dapat diterapkan sepanjang waktu berlangsungnya pelaksanaan proyek konstruksi, mulai dari tahapan dasar hingga tahapan pergantian (*replacement*). Tahapan dasar tersebut menurut Barrie dan Paulson (1992) dalam sartoso (2015) dikenal dengan daur hidup proyek, tahapan tersebut terdiri dari :

1. *Concept and feasibility study* (Konsep dan studi kelayakan)
2. *Engineering and design* (Rekayasa dan desain)
3. *Procurement* (Pengadaan)
4. *Construction* (Konstruksi)
5. *Start up and implementation* (Memulai dan penerapan)
6. *Operation or utilization* (Pengoperasian atau penggunaan)

Penerapan *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) sebisa mungkin dilaksanakan pada tahap tahap perencanaan, sebab pada tahap ini masih relatif mampu untuk dilakukan

perubahan tanpa menambah biaya dan tidak mengganggu durasi proyek (Ayudya dan Nurcahyo, 2015).

2.12 Tujuan Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Tujuan utama Value engineering (Rekayasa Nilai) adalah untuk mengidentifikasi segala aspek – aspek yang diperlukan maupun yang tidak diperlukan, yang kemudian akan dilakukan kajian untuk menemukan beberapa alternatif yang dapat menghasilkan biaya dan waktu yang lebih baik tanpa menurunkan kualitas yang melewati standart dan persyaratan yang telah ditentukan. Diharapkan dari penerapan metode Value engineering (Rekayasa Nilai) dapat menghasilkan produk dan kinerja yang paling optimal (Nandito, 2020)

2.13 Pentingnya Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Aplikasi Value Engineering (Rekayasa Nilai) terhadap proyek konstruksi sebagai upaya untuk menemukan alternatif yang bertujuan untuk mendapatkan optimasi yang terbaik, menurut (Devita, 2022) hal ini disebabkan oleh beberapa alasan sebagai berikut:

1. Peningkatan dan perubahan biaya konstruksi
2. Keterbatasan anggaran proyek konstruksi
3. Inflasi yang terus merangkak naik
4. Suka bunga perbankan yang fluktuatif
5. Upaya untuk optimasi dana untuk mencapai fungsi utama
6. Usaha untuk meningkatkan value dari suatu produk konstruksi
7. Perkembangan dan kemajuan ilmu dan teknologi

2.14 Rencana Kerja Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Rencana kerja Value Engineering (Rekayasa Nilai) merupakan sebuah kerangka acuan dalam berfikir dan melaksanakan sebuah manajemen pada suatu produk yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang dikehendaki. Menurut Silviana dkk (2020) rencana kerja Value Engineering mempunyai beberapa keunggulan sebagai berikut :

1. Suatu pendekatan yang terstruktur
2. Rencana kerja dengan metode mengeliminasi biaya – biaya yang berbiaya tinggi.
3. Rencana kerja dapat mengolah pemikiran untuk lebih kritis dan terperinci.
4. Sebuah pendekatan yang bersifat objektif, umum dan universal.

Terdapat berbagai macam rencana kerja dalam pelaksanaan *Value Engineering* menurut beberapa pakar yang telah dirangkum oleh Barrie dan Paulson (1984) dalam Hariyaningsih (2017) sebagai berikut :

1. Menurut L. D. Miles (1961), rencana kerja *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :
 - a. Tahap orientasi
 - b. Tahap informasi
 - c. Tahap kreatif
 - d. Tahap analisis
 - e. Tahap perencanaan program
 - f. Tahap pelaksanaan program
 - g. Tahap ikhtisar dan kesimpulan
2. Menurut U. S. Dept. Of Defense (1963), rencana kerja dari *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :
 - a. Tahap informasi
 - b. Tahap kreatif
 - c. Tahap analisis
 - d. Tahap pengembangan
 - e. Tahap penyajian
3. Menurut A. E. Mudge (1971), rencana kerja *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) terbagi menjadi beberapa tahapan yaitu :
 - a. Tahap seleksi proyek
 - b. Tahap informasi
 - c. Tahap fungsi
 - d. Tahap kreatif
 - e. Tahap evaluasi
 - f. Tahap investigasi
 - g. Tahap rekomendasi
4. Menurut L. D. Miles (1972), rencana kerja *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :
 - a. Tahap informasi
 - b. Tahap analisis

- c. Tahap kreatif
 - d. Tahap penilaian
 - e. Tahap pengembangan
5. Menurut Dell'Isola (1972), rencana kerja *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dibagi menjadi beberapa tahap yaitu :
- a. Tahap informasi
 - b. Tahap kreatif
 - c. Tahap analisis
 - d. Tahap rekomendasi

Metode yang akan digunakan dalam penelitian kali ini adalah rencana kerja *Value Engineering* menurut Dell'Isola (1972) yang setiap tahapannya saling berurutan dan berkaitan walaupun memiliki tujuan tersendiri.

2.15 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini dapat menjadi salah satu acuan dalam memperkaya teori dan referensi yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Berikut beberapa penelitian yang terkait dengan penerapan *Value Engineering* :

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Pertama

Judul	Analisa <i>Value Engineering</i> Pada Pembangunan Jembatan Sungai Gondang Proyek Jalan Tol Solo – Ngawi STA 49 + 553
Nama Peneliti	Achyar landryan
Tahun	2023
lokasi	Solo – Ngawi STA 49 + 553
Aspek	Pembangunan Jembatan Sungai Gondang Proyek Jalan Tol Solo – Ngawi STA 49 + 553 oleh PT. Waskita Karya yang memiliki nilai kontrak Rp. 11.931.440.000 dengan bentang jembatan 30,8 meter dan lebar jembatan 25,2 meter
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan rekayasa nilai terdapat pada pekerjaan struktur gelagar jembatan dan pondasi jembatan.
Kesimpulan	Dari data perencanaan awal, rencana anggaran biaya (RAB) sebesar Rp. 11.931.440.000. Namun setelah dilakukan penerapan rekayasa

	nilai, dengan alternatif desain struktur pondasi dan girder diperoleh perbedaan biaya/ <i>cost</i> pembangunan sebesar Rp. 11.606.076.000,00, selisih Rp. 325.364.000,00, lebih kecil daripada rencana awal
--	---

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Kedua

Judul	Penerapan Rekayasa Nilai Pada Gedung Perkuliahan (Studi Kasus Gedung Kuliah Bersama Dan Laboratorium FEB UPN " Veteran " Jawa Timur
Nama Peneliti	Rizta Ivania Devita
Tahun	2022
Lokasi	Universitas Pembangunan Nasional " Veteran " Surabaya, Jawa Timur
Aspek	Pembangunan Gedung Gedung Kuliah Bersama Dan Laboratorium FEB UPN " Veteran " Jawa Timur dengan nilai Rp. 80.890.778.598
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan struktur yaitu pekerjaan plat lantai
Kesimpulan	Item pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pada pekerjaan struktur dengan total biaya awal sebesar Rp. 16.393.637.921 Setelah dilakukan rekayasa nilai diperoleh alternatif plat lantai menggunakan metode <i>pracetak</i> dengan penghematan yang didapat sebesar Rp. 4.464.988.792 dari biaya awal struktur yang dianalisa.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu Ketiga

Judul	Penerapan <i>Value Engineering</i> Pada Proyek Pembangunan Suzuya Plaza Tanjung Morawa
Nama Peneliti	Fatimah Almadinah Siregar
Tahun	2018
Lokasi	Suzuya Plaza Tanjung Morawa
Aspek	Pembangunan Gedung Bioskop 3 lantai oleh PT. Maxim Gritama yang memiliki nilai kontrak Rp. 6.750.000.000,00.

Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan lantai 2, lantai 3, lantai dasar, atap, kolom dan <i>rafter</i>
Kesimpulan	Item pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pada pekerjaan atap dengan total biaya awal sebesar Rp. 434.560.000,00 Setelah dilakukan rekayasa nilai diperoleh alternatif menggunakan atap zincalume 0,35 mm dengan penghematan yang didapat sebesar Rp. 183.123.584,00 dari biaya awal atau 3,6 % dari total biaya struktur yang dianalisa.

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu Keempat

Judul	Analisa <i>Value Engineering</i> Pada Pondasi Jembatan (Studi Kasus: Proyek Jembatan Kali Cengger Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga Boyolali Sesi Ampel-Boyolali)
Nama Peneliti	Himawan Nur Aredha Putra
Tahun	2018
Lokasi	Semarang-Solo Ruas Salatiga Boyolali Sesi Ampel-Boyolali
Aspek	Proyek Pembangunan Jembatan Kali Cengger Tol Semarang-Solo Ruas Salatiga Boyolali Sesi Ampel-Boyolali
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan struktur dengan bobot 97%. Pada penelitian ini, pekerjaan yang akan dianalisis adalah struktur pondasi.
Kesimpulan	Biaya pekerjaan struktur pondasi dengan desain awal menggunakan bored pile berdiameter 150 cm dengan nilai Rp. 70.741.519.932,00 Setelah dilakukan rekayasa nilai diperoleh alternatif menggunakan tiang pancang berdiameter 100 cm dengan penghematan sebesar Rp. 1.335.083.971,00 dari biaya awal atau 1,88% dari total biaya struktur yang dianalisa.

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Kelima

Judul	Analisa Penerapan Rekayasa Nilai (<i>Value Engineering</i>) Pada Proyek Pembangunan Dormitory Airlangga Surabaya
Nama Peneliti	Alfin Mufti Rachmawan
Tahun	2021
Lokasi	Universitas Airlangga Surabaya
Aspek	Proyek Pembangunan Dormitory Universitas Airlangga Surabaya
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan arsitektur.
Kesimpulan	Penghematan biaya total sebesar Rp. 2.269.297.758,04 yaitu 10,19% dari biaya total pekerjaan arsitektur pada proyek pembangunan Dormitory Airlangga Surabaya.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu Keenam

Judul	Penerapan <i>Value Engineering</i> Pada Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus : Proyek Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta)
Nama Peneliti	Vernanda Yudha Santoso
Tahun	2020
Lokasi	Dinas Pemadam Kebakaran Surakarta
Aspek	Proyek Pembangunan Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak akan dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan plat precast.
Kesimpulan	Penghematan biaya total sebesar Rp. 481.581.732,41 yaitu 6,5% dari biaya total pekerjaan struktur pada proyek pembangunan Gedung Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Ketujuh

Judul	Analisis <i>Value Engineering</i> Untuk Efisiensi Biaya (Studi Kasus : Proyek Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang)
Nama Peneliti	Gabriel Kusumo Hendrianto
Tahun	2018
Lokasi	Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang
Aspek	Proyek Pembangunan Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang
Metode	<i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai)
Analisis	Pekerjaan yang layak dilakukan penerapan <i>Value Engineering</i> (Rekayasa Nilai) adalah item pekerjaan struktur yaitu pekerjaan kolom dan tangga.
Kesimpulan	Penghematan biaya total sebesar Rp. 2.084.020.787,53 dari biaya total pekerjaan struktur pada proyek pembangunan apartemen yukata suites alam sutera tangerang.

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Pada penelitian ini yang akan diambil sebagai obyek penelitian adalah Proyek Pembangunan *Flyover* yang berlokasi di Kecamatan Krian. Penelitian ini dapat menjadi bentuk dari upaya studi untuk menghasilkan produk konstruksi yang relevan sesuai dari upaya manajemen *Value Engineering* (Rekayasa Nilai). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi alternatif yang dapat digunakan sebagai media pembanding dari penulis untuk pemilik proyek. Penerapan *Value Engineering* pada ini akan menggunakan metode rencana kerja empat tahap menurut Dell'Isola (1972) yaitu Tahap Informasi, Tahap Kreativitas, Tahap Analisis dan Tahap Rekomendasi.

3.2 Objek Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada Pembangunan *Flyover* Krian yang memiliki data umum proyek sebagai berikut :

- | | |
|-------------------|--|
| 1. Nama Proyek | : Proyek Pembangunan <i>Fly Over</i> Krian |
| 2. Lokasi Proyek | : Jl. Kyai Mojo No. 77 – Jl Raya Moh. Yamin No. 247,
Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur
61262 |
| 3. Luas Bangunan | : ±1.000 m ² |
| 4. Jenis Bangunan | : Bangunan <i>Fly Over</i> |
| 5. Pemilik Proyek | : Kementerian Perhubungan |
| 6. Nilai Kontrak | : Rp. 147.671.577.008,04 |

3.3 Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder, yang termasuk data primer adalah nominal nilai kontrak proyek tersebut. Sedangkan data sekunder, adalah data pendukung yang digunakan sebagai referensi dalam melakukan penelitian analisa *Value Engineering*. Data sekunder, diantaranya adalah data mengenai daftar harga satuan, data bahan atau material bangunan yang digunakan, dan data – data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam melakukan analisa *Value Engineering*.

7

3.4 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data adalah suatu teknik yang dilakukan oleh peneliti untuk mengumpulkan data yang akan diperlukan untuk penelitiannya. Pengambilan data menggunakan metode dengan survey langsung ke lokasi proyek dan instansi yang terlibat pada proyek. Pengambilan data juga diambil dari laporan, dokumentasi dan penelitian terdahulu. Serta melakukan survey dari beberapa *website* dan *e-commerce* meliputi material dan bangunan dan pihak pelaksana proyek yang dapat dijadikan referensi bagi peneliti.

8

3.5 Metode Analisis Data

95

Metode yang akan digunakan dalam penelitian kali ini adalah rencana kerja *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) menurut Dell'Isola (1972) yang setiap tahapannya saling berurutan dan berkaitan walaupun memiliki tujuan tersendiri. Tahapan ini dibagi menjadi empat tahap yang terdiri dari tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi.

3.5.1 Tahap Informasi

Tahap ini merupakan tahap awal yang bertujuan untuk menemukan informasi mengenai objek yang akan dikaji. Informasi ini dapat berupa data umum suatu proyek, data perencanaan dan rencana anggaran biaya. Data yang telah didapat kemudian diolah dan dikelompokkan sesuai jenis dan kebutuhan pada tahap selanjutnya. Menurut (Pristiani, 2015) tahap informasi terdiri dari dua jenis analisa yang dilakukan sebagai berikut :

44

1. Analisa item pekerjaan yang berbiaya tinggi

Dalam mengidentifikasi item pekerjaan yang berbiaya tinggi terdapat beberapa metode yang digunakan sebagai berikut :

a. *Breakdown Cost Model*

3

Analisa ini dilakukan untuk mengurutkan item – item pekerjaan dalam proses konstruksi dari pekerjaan dengan biaya tertinggi hingga biaya terendah untuk menjabarkan distribusi pengeluarannya sesuai dengan fungsinya.

6

Tabel 3.1 Contoh Tabel *Breakdown Cost Model*

No	Item Pekerjaan	Biaya	
		Harga (Rp)	Persentase (%)

b. Hukum Distribusi Pareto

Analisa ini dilakukan setelah item – item pekerjaan yang telah diurutkan dari biaya tertinggi ke biaya terendah dan telah dibagi kearea sesuai fungsionalnya kemudian diinput kedalam sebuah grafik pareto. Sesuai dengan hukum pareto (Pareto, 1848-1923) menyatakan bahwa 80% dari besarnya sebuah anggaran biaya disebabkan oleh 20% aktifitas suatu elemen pekerjaan.



44

Gambar 3.1 Grafik Hukum Pareto

2. Analisa fungsi

Analisa fungsi berperan sebagai metode untuk mengidentifikasi fungsi – fungsi utama serta fungsi – fungsi pendukung yang terdapat pada suatu item pekerjaan ke dalam perbandingan *cost/worth* untuk dapat menunjukkan keberadaan biaya yang tidak diperlukan. Menurut Zimmerman dan Hart (1982), *cost* diartikan sebagai apa yang kita bayarkan untuk suatu produk. Hasil analisa fungsi diinput ke dalam tabel analisa fungsi. Menurut J. O'Brien (1976) dalam Santoso (2015), fungsi dibedakan menjadi dua sebagai berikut :

112 a. Fungsi primer merupakan fungsi dasar / utama yang harus dipenuhi sesuai prosedur.

4 b. Fungsi sekunder merupakan fungsi pendukung yang mungkin dibutuhkan tetapi tidak melaksanakan kerja yang sebenarnya.

Menurut Barrie dan Paulson (1992) dalam Santoso (2015) pendefinisian dilakukan dengan menggunakan kata, yakni kata kerja dan kata benda, dengan cara ini akan memberikan keuntungan untuk membatasi timbulnya luasan arti dan membantu memberikan pengertian yang mendalam dari hal – hal yang spesifik.

62 Tabel 3.2 Contoh Tabel Analisa Fungsi

Tahap Informasi							
Analisa Fungsi							
Proyek :			Item Pekerjaan :				
Lokasi :			Fungsi :				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth	Ket
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis			

4 3.5.2 Tahap Kreatif

Tahap ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi ide – ide alternatif yang dapat memenuhi fungsi dasar item pekerjaan tersebut. Pada tahap ini akan dilakukan segala upaya untuk menemukan alternatif pengganti dari item pekerjaan berbiaya tinggi yang telah ditentukan untuk dikaji lebih dalam.

91 Menurut Dell'Isola teknik *Brainstorming* merupakan salah satu cara untuk menemukan ide – ide kreatif dengan mengedepankan prinsip untuk berdiskusi dengan mengutarakan ide sebas dan seluas mungkin dan mendorong adanya ide – ide yang diluar kebiasaan yang dapat dilihat pada tabel 3.3.

1 77 Tabel 3.3 Contoh Tabel Alternatif Pengganti

Tahap Kreatif		
Pengumpulan Alternatif		
Proyek :	Item Pekerjaan :	

Lokasi :		Fungsi :	
No	Alternatif Desain		
A0	Desain Original		
A1			

3.5.3 Tahap Analisa

Tahap ini bertujuan untuk menganalisa dan mengevaluasi alternatif – alternatif yang telah dipilih pada tahap sebelumnya. Analisa ini ditujukan dari aspek biaya maupun aspek non biaya. Hal – hal yang akan dilakukan adalah :

1. Analisa keuntungan dan kerugian

Tahap analisa keuntungan dan kerugian dilakukan dengan memberikan nilai sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Menurut Zimmerman dan 1982) pemberian nilai 1 – 5 pada suatu kriteria ditentukan berdasarkan tingkatan kriteria yang dipandang sangat penting, yang dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Contoh Tabel Analisa Keuntungan dan Kerugian

Tahap Analisis				
Analisa Keuntungan dan Kerugian				
Proyek :	Pembangunan Flyover Krian			
Lokasi :	Sidoarjo			
Item Pekerjaan :	Pondasi			
Fungsi :	Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah			
No	Alternatif	Kriteria	Nilai	Peringkat

2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

Penelitian ini menggunakan metode yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Analytic Hierarchy Process (AHP) berperan sebagai suatu model untuk mengurai masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hierarki, yang dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Struktur Hirarki (Metode AHP)

3. Analisa daur hidup proyek (*Life Cycle Cost*) adalah metode yang menjelaskan dan menggambarkan biaya awal dan biaya dari alternatif terbaru, sehingga dapat disajikan bentuk dari perbedaan biaya yang dapat diidentifikasi untuk dijadikan bahan pengambilan keputusan selanjutnya. Dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Contoh Tabel *Life Cycle Cost*

Tahap Analisis					
Biaya Daur Hidup Proyek (<i>Life Cycle Cost</i>)					
Proyek :				Item Pekerjaan :	
Lokasi :				Fungsi :	
Uraian	No	Present Value	Desain Awal	A1	A2
<i>Initial Cost</i>					
<i>Maintance Cost</i>					
<i>Total Cost</i>					

3.5.4 Tahap Rekomendasi

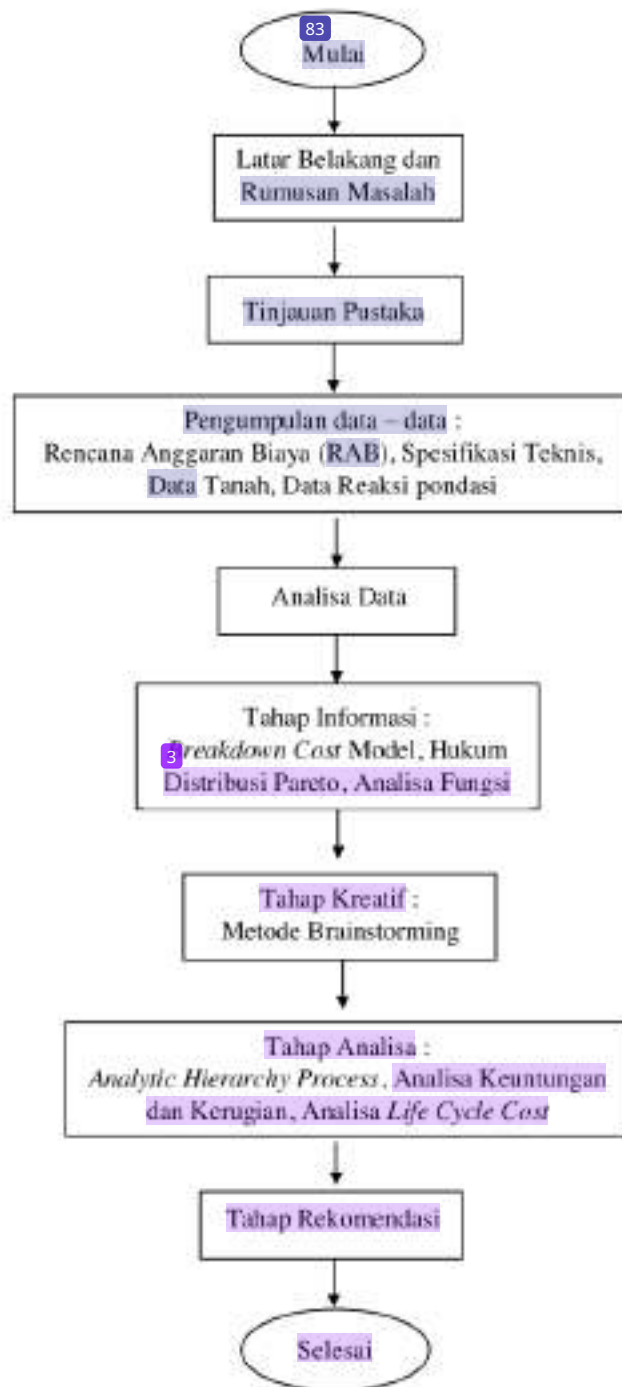
Tahap ini merupakan tahap terakhir dari rangkaian rencana kerja penerapan *Value Engineering* (*Rekayasa Nilai*), pada tahap ini dilakukan perekomendasi dari alternatif yang telah terpilih dari tahap sebelumnya. Laporan rekomendasi ini bertujuan untuk meyakinkan pemakai atau pengambil keputusan bahwa alternatif yang direkomendasikan merupakan pilihan yang terbaik dan optimal, yang dapat dilihat pada tabel 3.6.

Tabel 3.6 Contoh Tabel Rekomendasi

Tahap Rekomendasi	
Proyek :	
Lokasi :	

3.6 Diagram Alir Penelitian

Tahapan Penelitian mengenai penerapan *Value Engineering* (*Rekayasa Nilai*) dalam penyusunan tugas akhir ini yang berupa diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Metode Analisa Data

Tahapan penelitian yang berupa diagram alir mengenai penerapan *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) dalam penyusunan tugas akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Menyusun latar belakang yang mendasari tujuan peneliti dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini sehingga dapat merumuskan permasalahan yang ada sehingga dapat menghasilkan tujuan dalam tugas akhir ini.
2. Meninjau beberapa literatur dengan cara mengumpulkan referensi – referensi yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir ini.
3. Mengumpulkan data – data yang dibutuhkan, seperti :
 - a. Data primer merupakan data yang dikumpulkan oleh peneliti berupa nilai kontrak proyek
 - b. Data sekunder merupakan data pendukung yang didapat dari pihak terkait yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan rekayasa nilai yang berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB), Spesifikasi Teknis, Data Tanah dan Data Reaksi Pondasi.
4. Menganalisa data yang telah dikumpulkan sesuai dengan tahap rencana kerja empat tahapan menurut Dell Isola (1972)
5. Merancang *Breakdown Cost Model* dan grafik pareto dengan mengidentifikasi item pekerjaan struktur bawah yang memiliki biaya tertinggi.
6. Menganalisa data untuk memunculkan alternatif – alternatif baru yang sesuai.
7. Menganalisa kemampuan alternatif baru dengan *Analytic Hierarchy Process* serta menganalisa keuntungan dan kerugian dan juga melakukan analisa daur hidup proyek dari beberapa alternatif baru yang dipilih.
8. Merekomendasikan hasil analisis alternatif baru yang terpilih.
9. Menyimpulkan hasil akhir yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran yang bisa dijadikan pertimbangan tindak lanjut terhadap hasil yang diperoleh dari penelitian.

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Tahap Informasi

Tahap ini memuat informasi dan data – data yang digunakan untuk mendukung penelitian tugas akhir.

4.1.1 Data Umum Penelitian

Data umum penelitian ini didapatkan dengan cara survey lapangan pada proyek pembangunan *Flyover* Krian. Adapun data umum dari proyek *Flyover* Krian adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek	: Proyek Pembangunan <i>Flyover</i> Krian
2. Lokasi Proyek	: Jl. Kyai Mojo No, 77 – Jl Raya Moh. Yamin No, 247, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61262
3. Luas Bangunan	: ±1.000 m ²
4. Jenis Bangunan	: Bangunan <i>Flyover</i>
5. Pemilik Proyek	: Kementerian Perhubungan
6. Nilai Kontrak	: Rp. 147.671.577.008,40
7. Jenis Pondasi	: Tiang Pancang Diameter D600 (376 titik)
8. Kedalaman Tiang	: 40 m
9. Jumlah Pile Cap	: 15 Pilar (setiap pilar memiliki 20 titik pondasi dengan konfigurasi 4 x 5 titik)
10. Jumlah Pile Slab	: 29 Pile Slab (setiap pile slab memiliki 3 titik pondasi dengan konfigurasi horizontal 3 titik)

4.1.2 Data Rencana Anggaran Biaya

Proyek pembangunan *flyover* krian memiliki Rencana Anggaran Biaya (RAB) , yang dapat dilihat pada tabel 4.1. sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	Persentase (%)
1	Pekerjaan Persiapan	7.750.319.060,00	5,25
2	Pekerjaan Tanah	5.756.534.450,00	3,90
3	Pekerjaan Pondasi	46.957.868.212,20	31,80
4	Pekerjaan Struktur	73.267.898.093,20	49,62
5	Pekerjaan Lapis Perkerasan	5.294.977.160,00	3,59
6	Pekerjaan Rambu Lalu Lintas Dan Perlengkapan	5.151.288.461,00	3,49
7	Pekerjaan Drainase	1.482.991.572,00	1,00
8	Pekerjaan Lain - Lain	2.009.700.000,00	1,36
Total Jumlah		147.671.577.008,40	100,00

Sumber : PT. Dardela Yasa Guna Pada Pembangunan *Flyover* Krian

4.1.3 Analisa Item Pekerjaan Berbiaya Tinggi

Breakdown cost model adalah upaya yang dilakukan untuk menganalisa urutan item – item pekerjaan dari biaya tertinggi hingga biaya terendah seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.2, sebagai berikut :

Tabel 4.2 *Breakdown Cost Model*

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Pekerjaan Struktur	73.267.898.093,20	49,62	49,62
2	Pekerjaan Pondasi	46.957.868.212,20	31,80	81,42
3	Pekerjaan Persiapan	7.750.319.060,00	5,25	86,67
4	Pekerjaan Tanah	5.756.534.450,00	3,90	90,57
5	Pekerjaan Lapis Perkerasan	5.294.977.160,00	3,59	94,16
6	Pekerjaan Rambu Lalu Lintas Dan Perlengkapan	5.151.288.461,00	3,49	97,65
7	Pekerjaan Lain - Lain	2.009.700.000,00	1,36	99,01
8	Pekerjaan Drainase	1.482.991.572,00	1,00	100,00
Total Jumlah		147.671.577.008,40	100,00	100,00

Sumber : PT. Dardela Yasa Guna Pada Pembangunan *Flyover* Krian

Setelah item – item pekerjaan yang telah diurutkan dari biaya tertinggi dengan biaya terendah sesuai dengan jenis pekerjaannya kemudian diinput ke dalam sebuah grafik pareto yang dapat dilihat pada gambar 4.1, sebagai berikut :



Gambar 4.1 Grafik Hukum Distribusi Pareto

Sumber : Olahan Penulis 2024

Berdasarkan *breakdown cost model* dan grafik hukum pareto pada Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek *flyover* krian, maka 80% dari item pekerjaan yang berpotensi untuk dilakukan rekayasa nilai adalah pekerjaan struktur dan pekerjaan pondasi. Setelah ditentukan pekerjaan struktur dan pekerjaan pondasi adalah item yang akan dilakukan rekayasa nilai maka akan kembali dilakukan metode *breakdown cost model* pada item pekerjaan struktur dan pondasi untuk menemukan item yang memiliki biaya tertinggi. Dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Breakdown Cost Model* Pekerjaan Struktur

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Pengadaan dan Erection (Metode Launcher) jembatan 1 Gareder L 21 m (termasuk angkut)	19.651.744.148,00	26,82	26,82
2	Pembesian BJTS 42 (Seluruh Bangunan Jembatan)	17.945.454.959,00	24,49	51,31
3	Beton Struktur, Beton K-350 (Seluruh Bangunan Jembatan)	14.244.924.281,20	19,44	70,76
4	Pembesian BJTS 35 (Seluruh Bangunan Jembatan)	8.549.968.000,00	11,67	82,43
5	Pengadaan dan Pemasangan Half Slab Uk. 4X1,5X0,25	4.862.919.204,00	6,64	89,06

6	Beton Struktur, Beton K-300 (Seluruh Bangunan Jembatan)	2.248.270.198,00	3,07	92,13
7	Pengadaan / Erection (Metode Lancher) jembatan beton Voided Slab L 20 m (termasuk angkut)	1.776.919.167,00	2,43	94,56
8	Pengadaan dan Pemasangan plat deck jembatan Uk. 1X1,6X0,07	1.634.385.896,00	2,23	96,79
9	Pengadaan dan pemasangan Diafragma Beton Praetak K-500	1.435.372.016,00	1,96	98,75
10	Bekisting / Perancah	360.000.000,00	0,49	99,24
11	Lantai Kerja Beton K-175	557.940.224,00	0,76	99,51
Total		73.267.898.093,20	100,00	100,00

Sumber : Olahan Penulis 2024



17 Gambar 4.2 Grafik Hukum Distribusi Pareto Pekerjaan Struktur

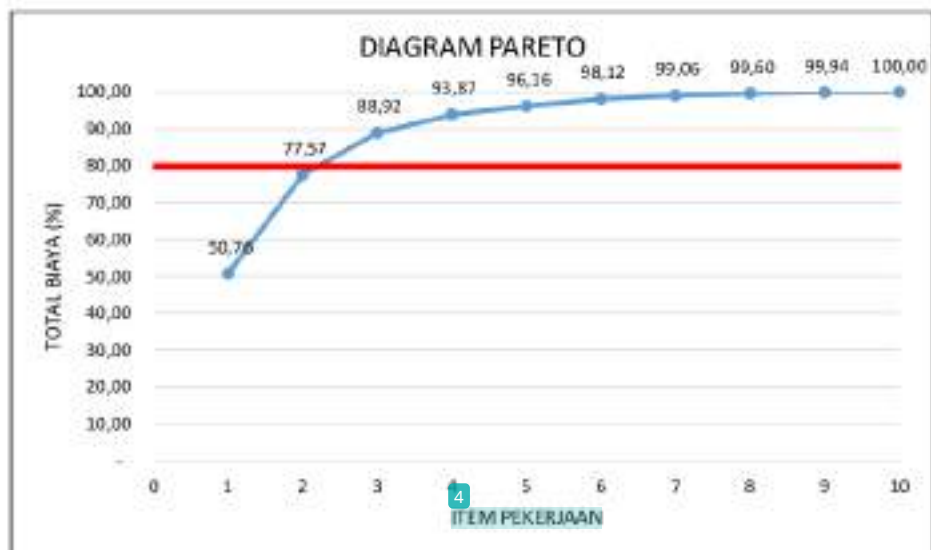
Sumber : Olahan Penulis 2024

56 Tabel 4.4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Pondasi

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Pengadaan dan Pemasangan (Metode Preboring) Tiang Pancang Beton Praetak D600	23.835.136.320,00	50,76	50,76

2	Pengadaan dan Pemasangan Dinding Turap Beton (PCSP) Type W600	12.592.118.700,00	26,82	77,57
3	Dinding Turap Baja (SSP) Tipe W-400 (Termasuk Sewa SSP)	5.325.827.320,00	11,34	88,92
4	Pengadaan / pembuatan Tiang Bor D1200	2.326.122.000,00	4,95	93,87
5	Pemasangan Dinding Turap Baja	1.077.486.520,00	2,29	96,16
6	Pemasangan H-Beam untuk bracing keliling shoring	919.716.490,00	1,96	98,12
7	Penyambungan Tiang Pancang	440.973.326,40	0,94	99,06
8	Urugan Pasir	254.076.464,00	0,54	99,60
9	Pemotongan Kepala Tiang	155.974.500,80	0,33	99,94
10	Pembongkaran Beton (CCSP dll)	30.436.571,00	0,06	100,00
Total		46.957.868.212,20	100,00	100,00

Sumber : Olahan Penulis 2024



Gambar 4.3 Grafik Hukum Distribusi Pareto Pekerjaan Pondasi

Sumber : Olahan Penulis 2024

Hasil grafik pareto pada item pekerjaan struktur dan pondasi diperoleh item Pekerjaan Tiang Pancang D600 serta penanjangnya dan Pekerjaan Girder memiliki biaya tertinggi sehingga akan dianalisa fungsinya.

4.1.4 Analisa Fungsi Item Pekerjaan

Analisa fungsi pada pekerjaan pondasi dan struktur didasarkan dari hasil analisa *breakdown cost model* yang telah dilakukan. Dan diperoleh item Pekerjaan Tiang Pancang D600 serta penunjangnya dan Pekerjaan Girder kedalam perbandingan *cost/worth* yang dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Analisa Fungsi Item Pekerjaan Tiang Pancang D600

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian		Item Kerja : Tiang Pancang D600				
		Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan Tiang Pancang Beton Pratekan D600	Menyalurkan	Beban	B	1.208.964,00	1.208.964,00
2	Pemancangan Tiang Pancang Beton Pratekan D600 (Metode Preboring)	Memasang	Beton	S	375.819,00	
3	Penyambungan Tiang Pancang	Menyalurkan	Beton	S	586.400,70	
4	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	Menyalurkan	Beton	S	414.825,80	
TOTAL					2.586.009,50	1.208.964,00
C/W =					2.139	

Sumber : Olahan Penulis 2024

Tabel 4.6 Hasil Analisa Fungsi

No	Item Pekerjaan	Cost	Worth	Cost/Worth
1	Tiang Pancang D600	Rp 2.586.009,50	Rp 1.208.964,00	2.139
2	Girder	Rp 14.396.882,11	Rp 9.607.234,16	1,499

3	Slab	Rp 9.871.773,15	Rp 6.842.642,80	1,443
4	Plat Deck	Rp 1.080.659,00	Rp 420.000,00	1,322
5	Turap Beton	Rp 1.598.000,00	Rp 400.749,00	1,251
6	Tiang Bor D1200	Rp 3.034.586,21	Rp 2.476.075,00	1,226
7	Turap Baja	Rp 712.009,00	Rp 144.049,00	1,202
8	Kepala Pilar	Rp 2.873.625,00	Rp 2.423.625,00	1,190
9	Pilar	Rp 2.926.075,00	Rp 2.476.075,00	1,180
10	Pile Cap	Rp 2.926.075,00	Rp 2.476.075,00	1,180
11	Diafragma	Rp 6.900.827,00	Rp 6.200.800,00	1,113

Sumber : Olahan Penulis 2024

Berdasarkan hasil dari analisa fungsi pekerjaan pondasi Tiang Pancang D600 hasil pekerjaan Tiang Pancang D600 memiliki rasio *cost/worth* yang paling besar sebesar 2,139. Menurut Dell'Isola nilai *cost/worth* $\geq 1,5$ layak untuk dilakukan upaya optimasi menggunakan metode rekayasa nilai (*Value Engineering*). Maka pada penelitian tugas akhir ini, akan dilakukan penghematan menggunakan metode rekayasa nilai pada pekerjaan pondasi Tiang Pancang D600. Perhitungan analisa fungsi untuk pekerjaan lainnya dapat dilihat pada lampiran.

4.2 Tahap Kreatif

Tahap ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi ide – ide alternatif yang dapat memenuhi fungsi dasar item pekerjaan tiang pancang. Pada proyek *flyover* krian ini desain awal menggunakan tiang pancang D600, sehingga akan dilakukan upaya untuk memunculkan alternatif yang dapat memiliki nilai paling optimal baik dari biaya yang lebih murah maupun benefit – benefit lain seperti pelaksanaan yang lebih ramah terhadap masyarakat dan lingkungan sekitar, atau kemampuan dalam menerima beban yang lebih kuat. Tahap ini dilakukan pertimbangan atas pengambilan alternatif – alternatif yang akan digunakan seperti dibawah ini :

1. Tiang Pancang D800

Keuntungan :

- Diameter dapat berperan untuk mensubsidi jumlah tiang sehingga bisa menghasilkan penghematan
- Ketersediaan material dan dampak lingkungan yang memenuhi

Kerugian : -

2. Tiang Pancang D1000

Keuntungan :

- Diameter dapat berperan untuk mensubsidi jumlah tiang sehingga bisa menghasilkan penghematan

Kerugian :

- Keterbatasan stok material dan dampak kerusakan lingkungan yang lebih besar

3. *Bore Pile* D800

Keuntungan :

- Diameter dapat berperan untuk mensubsidi jumlah tiang sehingga bisa menghasilkan penghematan

Kerugian :

- Dapat menghasilkan biaya dan metode pelaksanaan yang kurang efisien

4. *Bore Pile* D1000

Keuntungan :

- Diameter dapat berperan untuk mensubsidi jumlah tiang sehingga bisa menghasilkan penghematan
- Dapat menghasilkan biaya dan metode pelaksanaan yang efisien

Kerugian : -

Alternatif Tiang Pancang D800 dan *Bore Pile* D1000 dipilih karena memiliki beberapa kelebihan daripada alternatif lain sebagai berikut :

1. Kekuatan daya dukung pondasi
2. Metode dan teknis pelaksanaan
3. Dampak lingkungan
4. Biaya

Tabel 4.7 Tahap Kreatif

Tahap Kreatif			
Pengumpulan Alternatif			
Proyek :	Pembangunan Flyover Krian	Item Pekerjaan :	Tiang Pancang
Lokasi :	Sidoarjo	Fungsi :	Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah
No	Alternatif Desain		
A0	Desain Original : Tiang Pancang D600		
A1	Tiang Pancang D800		
A2	Bore Pile D1000		

Sumber : Olahan Penulis 2024

70 4.3 Tahap Analisa

Tahap ini bertujuan untuk menganalisa dan mengevaluasi alternatif – alternatif yang telah dipilih pada tahap sebelumnya. Analisa ini ditujukan dari aspek biaya maupun aspek non biaya. Hal yang akan dilakukan pada tahap analisa adalah sebagai berikut :

1. Analisa daya dukung pondasi
2. Volume pekerjaan
3. Komparasi Biaya
4. *Analytic Hierarchy Process*
5. Analisa keuntungan dan kerugian
6. Analisa daur hidup proyek (*Life Cycle Cost*)

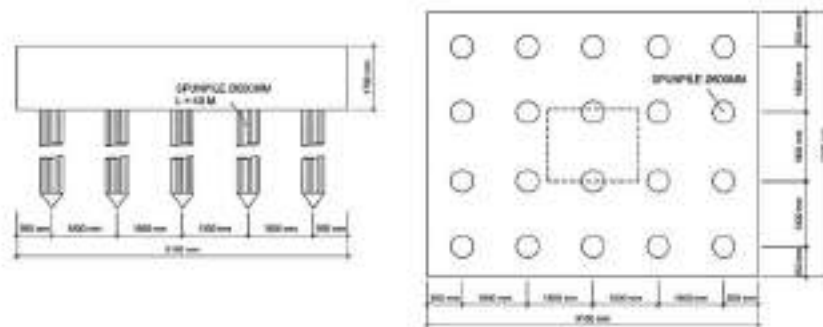
28 4.3.1 Analisa daya dukung pondasi

Analisa daya dukung pondasi dilakukan berdasarkan data reaksi pondasi dan data uji tanah sebagaimana pada lampiran. Adapun beberapa data *eksisting* item Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang D600 dari proyek *Flyover* Krian adalah sebagai berikut :

- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Tipe | : <i>Prestressed Concrete Spun Piles</i> |
| 2. Mutu Beton (f_c') | : 52 Mpa |
| 3. Dimensi Tiang | : Diameter 600 mm (376 titik) |
| 4. Kelas | : B |
| 5. Luas Penampang | : $1570.80 \text{ cm}^2 = 157080 \text{ mm}^2$ |
| 6. Berat Tiang | : 393 kg |
| 7. Momen Retak | : 25 ton.m |

8. **Momen Ultimit** : 45 ton.m
9. **Kuat Beban** : 238,3 ton
10. **Kedalaman Tiang** : 40 meter
11. **N (titik 40 m)** : 47
12. **Dimensi Pilar** : 2,5 m x 2 m
13. **Tipe pile cap / Poer** : Pile Cap : 13 Pile Cap (setiap pilar memiliki 20 titik pondasi dengan konfigurasi 4 x 5 titik)
 Pile Head : 29 Pile Head (setiap pile slab memiliki 3 titik pondasi dengan konfigurasi horizontal 3 titik)

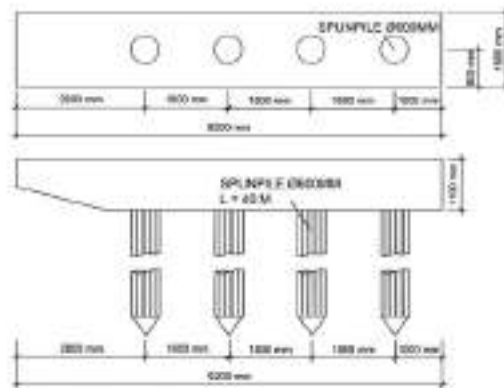
14. **Data Pondasi Eksisting Tipe Pile Cap P1 – P6 & P9 – P15 Sta 0+336,2 – 0+690**



Gambar 4.4 Sket Desain Eksisting Tipe Pile Cap

Pondasi Tipe Pile Cap = 13 Titik, (setiap pile cap memiliki 20 titik pondasi dengan konfigurasi 4 x 5 titik)

15. Data Pondasi Eksisting Tipe *Pile Head* PH1 – PH29 Sta 0+200 – 0+325, 0+625 – 0+750



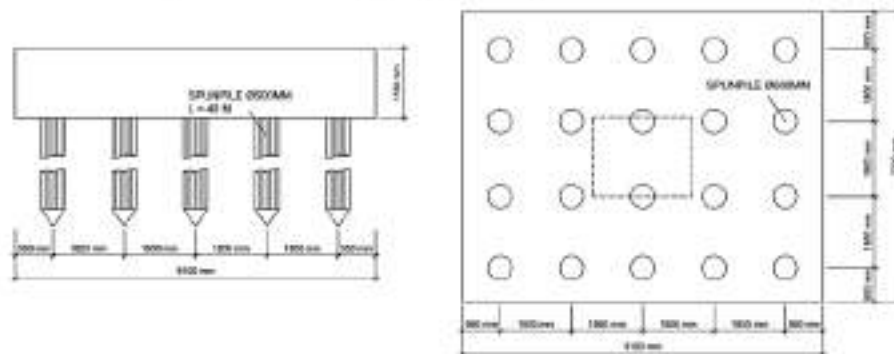
Gambar 4.5 Sket Desain Eksisting Tipe *Pile Head*

Pondasi Tipe *Pile Head* = 29 Titik. (setiap *pile slab* memiliki 4 titik pondasi dengan horizontal 3 titik)

Berdasarkan data proyek diatas, akan dilakukan upaya perhitungan analisa daya dukung pondasi pada dua tipe pondasi yaitu pondasi tiang pancang D600 dengan analisa alternatif yang telah dimunculkan yaitu tiang pancang D800 dan *bore pile* D1000.

4.3.1.1 Perhitungan Pondasi Eksisting Pada Tipe *Pile Cap* Sta 0+200 – 0+750

1. Perhitungan Pondasi *Existing* Tiang Pancang D600 P1 – P6 & P9 – P15



Gambar 4.6 Sket Desain Eksisting Tipe *Pile Cap*

a. Rencana tata letak pondasi

- Jarak antar tiang

$$S = 1,8 \text{ m}$$

- Jarak as ke tepi *pile cap*

$$S = 0,95 \text{ m}$$

- Jumlah baris (n) = 4 buah
- Jumlah kolom (m) = 5 buah
- Jumlah total (mxn) = 20 buah

Pondasi tiang pancang yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 0,6 m
- Mutu = $f_c' = 52 \text{ MPa}$
- Kedalaman = 40 m
- N-SPT 40 m = 47

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converve Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arcsin \frac{0,6}{1,8} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(4-1)5 + (5-1)4}{5 \times 4} \right]$$

$$Eff = 0,75$$

c. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff

Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$P_{ijin} = \frac{L^{\frac{1}{4}} \pi D^2 \cdot N-SPT}{3}$$

$$= \frac{40^{\frac{1}{4}} \pi 0,6^2 \cdot 47}{3}$$

$$= 177 \text{ ton}$$

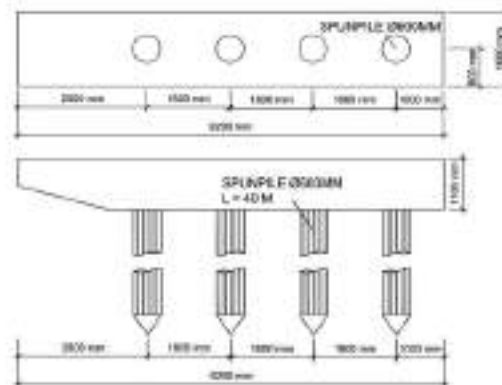
d. Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$P_{grup} = E \times m \times n \times P_{ijin}$$

$$= 0,75 \times 20 \times 177$$

$$= 2655 \text{ ton}$$

2. Perhitungan Pondasi *Existing* Tiang Pancang D600 PH1 – PH29



Gambar 4.7 Sket Desain Eksisting Tipe *Pile Head*

a. Rencana tata letak pondasi

- Jarak antar tiang

$$S = 1,8 \text{ m}$$

- Jarak as ke tepi *pile head*

$$S = 1 \text{ m}$$

- Jumlah baris (n) = 0 buah
- Jumlah kolom (m) = 4 buah
- Jumlah total = 4 buah

Pondasi tiang pancang yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 0,6 m
- Mutu = $f_c' = 52 \text{ MPa}$
- Kedalaman = 40 m
- N-SPT 40m = 47

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converce Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arctan \frac{0,6}{1,8} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(1-1)3 + (3-1)1}{3 \times 1} \right]$$

$$Eff = 0,86$$

20
c. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff

21
Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

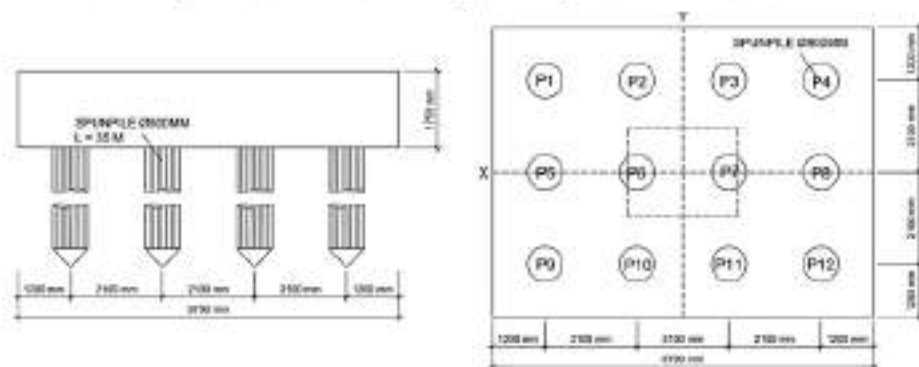
$$\begin{aligned} P_{ijin} &= \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N \cdot SPT}{3} \\ &= \frac{40 \cdot \frac{1}{4} \pi 0,6^2 \cdot 47}{3} \\ &= 177 \text{ ton} \end{aligned}$$

d. Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$\begin{aligned} P_{grup} &= E \times m \times P_{ijin} \\ &= 0,86 \times 4 \times 177 \\ &= 608,88 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.1.2 Perhitungan Pondasi Alternatif Pada Tipe *Pile Cap* Sta 0+336,2 – 0+690

1. Perhitungan Pondasi Alternatif Tiang Pancang D800 P1 – P6 & P9 – P15



Gambar 4.8 Sket Desain Alternatif 1 Tiang Pancang D800

a. Rencana tata letak pondasi

Persyaratan jarak tiang pancang (Dwi Prahastini, 2010) dapat dilihat sebagai berikut :

• Jarak antar tiang

$$2,5D \geq S \geq 3D$$

$$2,5 \times 0,8 \geq S \geq 3 \times 0,8$$

$$2 \text{ m} \geq S \geq 2,4 \text{ m}$$

Digunakan jarak antar tiang, $S = 2,1 \text{ m}$

• Jarak as ke tepi *pile cap*

$$1,5D \geq S \geq 2D$$

$$1,5 \times 0,8 \geq S \geq 2 \times 0,8$$

$$1,2 \text{ m} \geq S \geq 1,6 \text{ m}$$

Digunakan jarak ke tepi *pile cap*, $S = 1,2 \text{ m}$

- Jumlah baris (n) = 3 buah
- Jumlah kolom (m) = 4 buah
- Jumlah total (mxn) = 12 buah

Pondasi tiang pancang yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 0,8 m
- Mutu = $f'c = 52 \text{ MPa}$
- Kedalaman = 35 m
- N-SPT 35m = 51

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converve Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arctan \frac{0,8}{2,1} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(3-1)4 + (4-1)3}{4 \times 3} \right]$$

$$Eff = 0,71$$

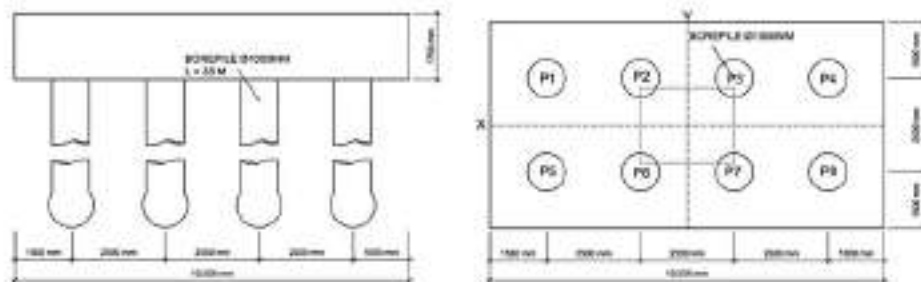
- c. ²⁰ **Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff**
²¹ Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pijin} &= \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N \cdot SPT}{3} \\ &= \frac{35 \cdot \frac{1}{4} \pi 0,8^2 \cdot 51}{3} \\ &= 299 \text{ ton} \end{aligned}$$

- d. **Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff**

$$\begin{aligned} P_{\text{grup}} &= E \times m \times \text{Pijin} \\ &= 0,71 \times 12 \times 299 \\ &= 2691 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Pondasi Alternatif *Bore Pile* D1000 P1 – P6 & P9 – P15



Gambar 4.9 Sket Desain Alternatif 1 *Bore Pile* D1000

- a. Rencana tata letak pondasi

Persyaratan jarak tiang pancang (Dwi Prahastini, 2010) dapat dilihat sebagai berikut :

- 1. **Jarak antar tiang**
 $2,5D \geq S \geq 3D$
 $2,5 \times 1 \geq S \geq 3 \times 1$
 $2,5 \text{ m} \geq S \geq 3 \text{ m}$
 Digunakan jarak antar tiang, $S = 2,5 \text{ m}$
- 2. **Jarak as ke tepi pile cap**
 $1,5D \geq S \geq 2D$

$$1,5 \times 1 \geq S \geq 2 \times 1$$

$$1,5 \text{ m} \geq S \geq 2 \text{ m}$$

Digunakan jarak ke tepi *pile cap*, $S = 1,5 \text{ m}$

- Jumlah baris (n) = 2 buah
- Jumlah kolom (m) = 4 buah
- Jumlah total ($m \times n$) = 8 buah

Pondasi tiang *bore pile* yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 1 m
- Mutu = K-350 ($f_c' = 30 \text{ Mpa}$)
- \emptyset tulangan ulir = 16 – 25 mm
- Kedalaman = 35 m
- N-SPT 35m = 51

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converce Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arctan \frac{1}{2,5} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(2-1)4 + (4-1)2}{4 \times 2} \right]$$

$$Eff = 0,74$$

c. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff

Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Pijin = \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N - SPT}{3}$$

$$= \frac{35 \cdot \frac{1}{4} \pi 1^2 \cdot 51}{3}$$

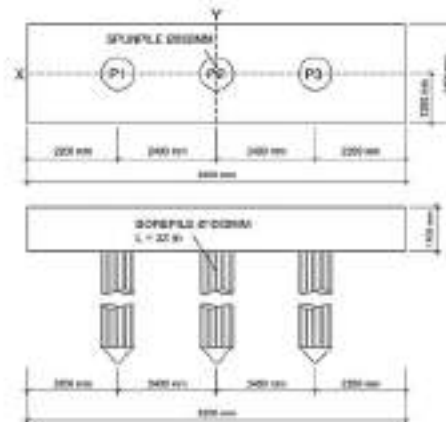
$$= 467,31 \text{ ton}$$

d. Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$\begin{aligned} P_{\text{grup}} &= E \times m \times \text{Pijin} \\ &= 0,74 \times 8 \times 467,31 \\ &= 2766,47 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.1.3 Perhitungan Pondasi Alternatif Tipe *Pile Head* Sta 0+200 – 0+325, 0+625 – 0+750

1. Perhitungan Pondasi Alternatif Tiang Pancang D800 PH1 – PH29



Gambar 4.10 Sket Desain Alternatif 2 Tiang Pancang D800

a. Rencana tata letak pondasi

Persyaratan jarak tiang pancang (Dwi Prahastini, 2010) dapat dilihat sebagai berikut :

- Jarak antar tiang
$$2,5D \geq S \geq 3D$$
$$2,5 \times 0,8 \geq S \geq 3 \times 0,8$$
$$2 \text{ m} \geq S \geq 2,4 \text{ m}$$
Digunakan jarak antar tiang, $S = 2,4 \text{ m}$
- Jarak as ke tepi *pile head*
$$1,5D \geq S \geq 2D$$
$$1,5 \times 0,8 \geq S \geq 3 \times 0,8$$
$$1,2 \text{ m} \geq S \geq 2,4 \text{ m}$$
Digunakan jarak ke tepi *pile head*, $S = 2,2$

- Jumlah baris (n) = 0 buah
- Jumlah kolom (m) = 3 buah
- Jumlah total = 3 buah

Pondasi tiang pancang yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 0,8 m
- Mutu = $f_c' = 52 \text{ MPa}$
- Kedalaman = 32 m
- N-SPT 32m = 45

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converce Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arctan \frac{0,8}{2,4} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(1-1)3 + (3-1)1}{1 \times 1} \right]$$

$$Eff = 0,86$$

c. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff

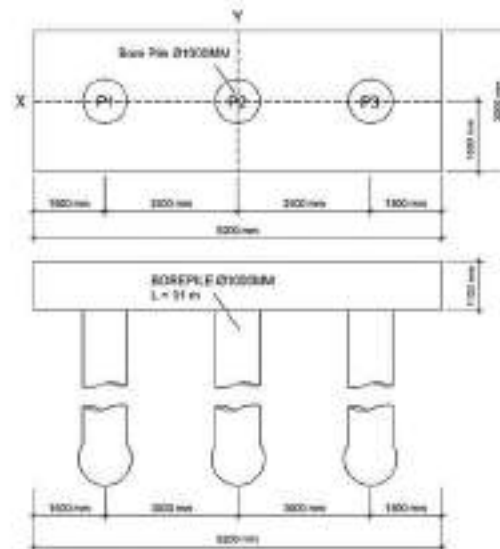
Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Pijin} &= \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N \cdot SPT}{3} \\ &= \frac{32 \cdot \frac{1}{4} \pi 0,8^2 \cdot 45}{3} \\ &= 241,27 \end{aligned}$$

d. Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$\begin{aligned} \text{Pgrup} &= E \times mn \times \text{Pijin} \\ &= 0,86 \times 3 \times 241,27 \\ &= 622,47 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Pondasi Alternatif *Bore Pile* D1000 PH1 – PH29



Gambar 4.11 Sket Desain Alternatif 2 *Bore Pile* D1000

a. Rencana tata letak pondasi

Persyaratan jarak tiang pancang (Dwi Prahastini, 2010) dapat dilihat sebagai berikut :

• Jarak antar tiang

$$2,5D \geq S \geq 3D$$

$$2,5 \times 1 \geq S \geq 3 \times 1$$

$$2,5 \text{ m} \geq S \geq 3 \text{ m}$$

Digunakan jarak antar tiang, $S = 3 \text{ m}$

• Jarak as ke tepi *pile head*

$$1,5D \geq S \geq 2D$$

$$1,5 \times 1 \geq S \geq 2 \times 1$$

$$1,5 \text{ m} \geq S \geq 2 \text{ m}$$

Digunakan jarak ke tepi *pile head*, $S = 1,6 \text{ m}$

- Jumlah baris (n) = 0 buah
- Jumlah kolom (m) = 3 buah
- Jumlah total = 3 buah

Pondasi tiang *bore pile* yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- Diameter = 1 m
- Mutu = K-350 ($f_c' = 30$ Mpa)
- \varnothing tulangan ulir = 16 – 25 mm
- Kedalaman = 31 m
- N-SPT 31m = 43,25

b. Efisiensi Kelompok Tiang Dengan Metode *Converse Labarre*

Untuk melakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang menggunakan rumus seperti dibawah ini :

$$Eff = 1 - \frac{\theta}{90} \left[\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n} \right]$$

$$\theta = \arctan \frac{1}{3} = 18,43$$

$$Eff = 1 - \frac{18,43}{90} \left[\frac{(1-1)3 + (3-1)1}{3 \times 1} \right]$$

$$Eff = 0,86$$

c. Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data SPT Dengan Metode Mayerhoff

Untuk melakukan analisa perhitungan daya dukung tiang pancang pada tanah berdasarkan data SPT digunakan rumus seperti dibawah ini :

$$P_{ijin} = \frac{L \cdot \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot N - SPT}{3}$$

$$= \frac{31 \cdot \frac{1}{4} \pi 1^2 \cdot 43,25}{3}$$

$$= 351 \text{ ton}$$

d. Kontrol Daya Dukung Grup Tiang Dengan Metode Mayerhoff

$$P_{grup} = E \times m \times n \times P_{ijin}$$

$$= 0,86 \times 3 \times 351$$

$$= 905,58 \text{ ton}$$

Tabel 4.8 Hasil Daya Dukung Pondasi

Desain alternatif 1 <i>pile cap</i> tiang pancang D800 – 20 tiang			Desain alternatif 2 <i>pile cap bore pile</i> D1000 – 12 tiang		
L (meter)	Daya Dukung Satu Tiang (ton)	Daya Dukung Kelompok (ton)	L (meter)	Daya Dukung Satu Tiang (ton)	Daya Dukung Kelompok (ton)
40	314,84	2833,56	40	492,18	2913,70
39	317	2853	39	495,19	2931,52
38	318,34	2865	38	497,41	2944,66
37	322,37	2901,33	37	503,70	2982
36	325,72	2931,48	36	509	3013,28
35	299	2691	35	467,31	2766,47
34	273,44	2461	34	427,25	2529,32
33	257,10	2314	33	401,73	2378,24
32	241,27	2171,43	32	377	2231,84
31	179,19	1612,71	31	280	1657,60
30	120,63	1085,67	30	188,49	1115,86
Desain alternatif 1 <i>pile head</i> tiang pancang D800 – 3 tiang			Desain alternatif 2 <i>pile head bore pile</i> D1000 – 3 tiang		
L (meter)	Daya Dukung Satu Tiang (ton)	Daya Dukung Kelompok (ton)	L (meter)	Daya Dukung Satu Tiang (ton)	Daya Dukung Kelompok (ton)
40	314,84	812,28	40	492,18	1269,82
39	317	817,86	39	495,19	1277,59
38	318,34	821,31	38	497,41	1283,31
37	322,37	831,71	37	503,70	1299,54
36	325,72	840,35	36	509	1313,22
35	299	771,41	35	467,31	1205,66
34	273,44	705,47	34	427,25	1102,30
33	257,10	663,31	33	401,73	1036,46
32	241,27	622,47	32	377	972,66

31	179,19	462,31	31	351	905,58
30	120,63	311,22	30	188,49	486,30

Sumber : Olahan Penulis 2024

Tabel 4.9 Rekapitulasi Kapasitas Daya Dukung Pondasi

No	Jenis Tiang	Diameter (mm)	Kedalaman (m)	Jumlah Tiang	Daya Dukung Satu Tiang (ton)	Daya Dukung Kelompok (ton)
Pondasi Pada Pile Cap						
1	Eksisting	600	40	20	177	2655
2	Alternatif 1	800	35	12	299	2691
3	Alternatif 2	1000	35	8	467,31	2766,47
Pondasi Pada Pile Head						
1	Eksisting	600	40	4	177	608,88
2	Alternatif 1	800	32	3	241,27	622,47
3	Alternatif 2	1000	31	3	351	905,58

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.3.2 Perhitungan Volume

Perhitungan volume pekerjaan setiap alternatif berdasarkan hitungan kebutuhan yang sudah dihitung pada tahap sebelumnya yang akan di paparkan sebagai berikut :

1. Pondasi Tiang Pancang D800 cm

Tabel 4.10 Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang D800 cm

No	Pekerjaan	Perhitungan	Volume	Satuan
1	Pengadaan Tiang Pancang	$35 \times 156 + 32 \times 87$	8244	m'
2	Pemancangan Tiang Pancang	$35 \times 156 + 32 \times 87$	8244	m'
3	Penyambungan Tiang Pancang	243×2	486	titik
4	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	243×1	243	titik

Sumber : Olahan Penulis 2024

2. Pondasi *Bore Pile* D1000 cm

Tabel 4.11 Perhitungan Volume Pekerjaan Pondasi *Bore Pile* D1000 cm

No	Pekerjaan	Perhitungan	Volume	Satuan
1	Pengeboran <i>Bore Pile</i>	$35 \times 104 + 31 \times 87$	6337	m'
2	Penulangan <i>Bore Pile</i>	$430209,52 + 317977,17$	748186,69	kg
3	Pengecoran <i>Bore Pile</i>	$0,785 \times 35 \times 104 +$ $0,785 \times 31 \times 87$	4974,54	m ³

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.3.3 Biaya

Biaya pekerjaan menggunakan acuan dari analisa harga satuan dan volume pekerjaan berdasarkan hasil perhitungan volume (4.3.2). berikut adalah hasil dari analisa harga :

1. Analisa Harga Satuan Biaya Pondasi Tiang Pancang D800

a. Pengadaan dan Pemancangan Tiang Pancang

Tabel 4.12 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengadaan Dan Pemancangan Tiang Pancang D800

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
	Pengadaan Dan Pemancangan Tiang Pancang				
	Tiang Pancang D800	m'	1,00	1.557.574,00	1.557.574,00
	Pemancangan Tiang Pancang D800	m'	1,00	380.861,00	380.861,00
	Total				1.938.435,00

Sumber : Olahan Penulis 2024

b. Penyambungan Tiang Pancang

Tabel 4.13 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penyambungan Tiang Pancang D800

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
	Penyambungan Tiang Pancang				
	Tenaga				
	Pekerja	OH	0,667	142.590,00	95.107,53
	Tukang Las	OH	0,333	152.590,00	51.144,47
	Mandor	OH	0,25	167.590,00	41.897,50
	Bahan				

Kawat Las Listrik	Kg	0,25	24.750,00	6.187,50
Zinchromate	Kg	0,2	35.750,00	7.150,00
Alat				
Mesin Las	Hari	0,8	203.500,00	162.800,00
Generator Set	Jam	0,8	277.104,00	221.683,20
Total				585.634,20

Sumber : Olahan Penulis 2024

c. Pemotongan Tiang Pancang

Tabel 4.14 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemotongan Tiang Pancang D800

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
Pemotongan Kepala Tiang					
Tenaga					
	Pekerja	OH	0,750	142.590,00	106.942,50
	Tukang Las	OH	0,25	152.590,00	38.147,50
	Mandor	OH	0,02	167.590,00	3.351,80
Bahan					
	Acetylene	Kg	0,667	75.000,00	50.025,00
	Jack Hammer	bh	1	25.000,00	25.000,00
	Oksigen	Tbg	0,8	43.400,00	34.720,00
Total					258.186,80

Sumber : Olahan Penulis 2024

2. Analisa Harga Satuan Biaya Pondasi Bore Pile D1000

1. Pengeboran Bore Pile

Tabel 4.15 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengeboran Bore Pile (m')

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
Pengeboran Bore Pile D1000					
Tenaga					
	Pekerja	OH	0,60	142.590,00	85.554,00
	Tukang	OH	0,50	152.590,00	76.295,00
	Mandor	OH	0,15	167.590,00	25.138,50
Bahan					
	Casing	m ³	3,00	9.000,00	27.000,00
Alat					
	Bore Pile Machine	m'	0,50	667.047,42	333.523,71
	Alat Bantu	Ls	1,00	11.000,00	11.000,00
Total					558.511,21

Sumber : Olahan Penulis 2024

2. Penulangan *Bore Pile*

Tabel 4.16 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Penulangan *Bore Pile* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
Penulangan <i>Bore Pile</i>					
Tenaga					
	Pekerja	OH	0,007	142.590,00	998,13
	Tukang Besi	OH	0,003	152.590,00	457,77
	Kepala Tukang Besi	OH	0,001	157.590,00	157,59
	Mandor	OH	0,001	167.590,00	167,59
Bahan					
	Baja Tulangan	kg	1,10	11.400,00	12.540,00
	Kawat Bendrat	kg	0,015	20.000,00	300,00
Alat					
	<i>Pipe Bender</i>	Ls	0,01	6.945,00	55,56
Total					14.676,64

Sumber : Olahan Penulis 2024

3. Pengecoran *Bore Pile*

Tabel 4.17 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengeboran *Bore Pile* (m)

No	Uraian Pekerjaan	Sat.	Koef.	Harga Satuan	Total Harga
Pengecoran <i>Bore Pile</i>					
Tenaga					
	Pekerja	OH	2,10	142.590,00	299.439,00
	Mandor	OH	0,11	167.590,00	18.434,90
Bahan					
	Beton <i>Readymix</i> K-350	m ³	1,02	780.000,00	795.600,00
Alat					
	<i>Concrete Pump</i>	Jam	0,015	437.500,00	6.562,50
	Alat Bantu	Ls	1,00	11.000,00	11.000,00
Total					1.131.036,40

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.3.4 Rekapitulasi Harga Pekerjaan

Setelah dilakukan Analisa Harga Satuan Pekerjaan, dilakukan rekapitulasi harga setiap alternatif yang dirangkum sebagai berikut :

1. Pondasi *Eksisting* (Tiang Pancang D600)

5 Tabel 4.18 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Eksisting Tiang Pancang D600

No	Pekerjaan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pengadaan Tiang Pancang	15040	1.208.964,00	18.182.818.560,00
2	Pemancangan Tiang Pancang	15040	375.819,00	5.652.317.760,00
3	Penyambungan Tiang Pancang	752	586.400,70	440.973.326,40
4	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	376	414.825,80	155.974.500,80

Sumber : Olahan Penulis 2024

2. Pondasi Alternatif (Tiang Pancang D800)

5 Tabel 4.19 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Alternatif Tiang Pancang D800

No	Pekerjaan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pengadaan Tiang Pancang	8244	1.557.574,00	12.840.640.056,00
2	Pemancangan Tiang Pancang	8244	380.861,00	3.139.818.084,00
3	Penyambungan Tiang Pancang	486	585.683,20	284.642.035,00
4	Pemotongan Kepala Tiang Pancang	243	258.186,80	62.739.392,40

Sumber : Olahan Penulis 2024

3. Pondasi Alternatif (Tiang Pancang D800)

Tabel 4.20 Rekapitulasi Harga Pekerjaan Pondasi Alternatif Bore Pile D1000

No	Pekerjaan	Vol	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pengeboran Bore Pile	6337	558.511,21	3.539.285.537,77
2	Penulangan Bore Pile	748186,69	14.676,64	10.980.866.701,92

3	Pengecoran <i>Bore Pile</i>	4974,54	1.131.036,40	5.626.385.813,25
---	-----------------------------	---------	--------------	------------------

Sumber : Olahan Penulis 2024

4. Komparasi Biaya

Hasil dari perhitungan rekapitulasi biaya antara pekerjaan pondasi eksisting dan pondasi alternatif dirangkum dalam tabel berikut :

Tabel 4.21 Komparasi Biaya Pekerjaan Pondasi

No	Jenis Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Pondasi Eksisting Tiang Pancang D600	24.432.084.147,20
2	Pondasi Alternatif Tiang Pancang D800	16.327.839.567,40
3	Pondasi Alternatif <i>Bore Pile</i> D1000	20.146.538.052,94

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.3.5 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Penelitian ini menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sebagai pendukung dalam pengambilan keputusan. Metode ini memiliki kapasitas untuk menguraikan kompleksitas menjadi suatu hirarki. Penelitian ini menggunakan Data responden yang didapatkan dengan cara melakukan wawancara kepada pihak terkait yang dianggap berkompeten dalam menjawab pertanyaan yang diajukan. Dasar penentuan kriteria yang digunakan beracuan pada jurnal (Abdul Gani, 2022)



Gambar 4.12 Bagan Struktur Hirarki

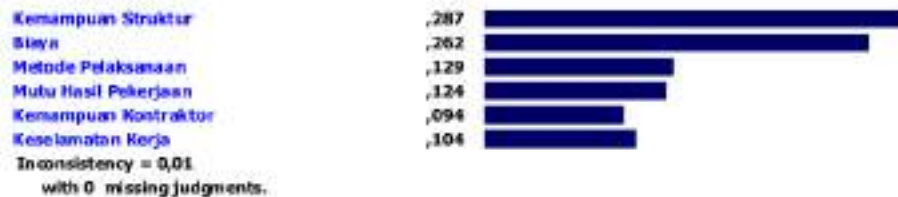
Model Name: ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS FLYOVER KRIAN TA

Treeview



Priorities with respect to:
Goal: Pemilihan alternatif pekerjaan pondasi

Combined:



Alternatives

Eksisting	,277
Alternatif 1	,578
Alternatif 2	,145

Gambar 4.13 Hasil *Analytic Hierarchy Process* Dengan *Software Expert Choice*

Hasil dari pengolahan data dengan *software expert choice* didapat kesimpulan bahwa alternatif terbaik adalah alternatif 1 Tiang Pancang D800 dengan nilai 0,578

4.3.6 Analisa Keuntungan Dan Kerugian

Tahap analisa keuntungan dan kerugian dilakukan dengan memberikan nilai sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Menurut Zimmerman dan Hart (1982) pemberian nilai 1 – 5 pada suatu kriteria ditentukan berdasarkan tingkatan kriteria yang dipandang sangat penting. Dikarenakan penelitian ini tidak menggunakan metode sebar kuisisioner maka penilaian analisa keuntungan dan kerugian dilakukan berdasarkan perhitungan analisa biaya dan analisa daya dukung pondasi. Dapat dilihat pada tabel 4.22

19

Tabel 4.22 Analisa Keuntungan Dan Kerugian

Tahap Analisis				
Analisa Keuntungan dan Kerugian				
Proyek :	Pembangunan <i>Flyover</i> Krian			
Lokasi :	Sidoarjo			
Item Pekerjaan :	Pondasi			
Fungsi :	Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah			
No	Alternatif	Kriteria	Nilai	Peringkat
1	A0 (Tiang Pancang D600)	Biaya (24 – 25 M)	2	3
		Kemampuan Struktur	4	
		Total	6	
2	A1 (Tiang Pancang D800)	Biaya (16 – 17 M)	5	1
		Kemampuan Struktur	5	
		Total	10	
3	A2 (<i>Bore Pile</i> D1000)	Biaya (20 – 21 M)	4	2
		Kemampuan Struktur	5	
		Total	9	

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.3.7 Analisa Daur Hidup Proyek (*Life Cycle Cost*)

Analisa daur hidup proyek (*Life Cycle Cost*) adalah metode yang menjelaskan biaya awal dan biaya dari alternatif terbaru, sehingga dapat disajikan bentuk dari perbedaan biaya yang dapat diidentifikasi untuk dijadikan bahan pengambilan keputusan selanjutnya. Tahap ini merupakan tahap analisa ekonomi yang akan menjadi bahan pertimbangan dari analisa sebelumnya untuk menggambarkan nilai sekarang dan nilai investasi di masa depan. Analisa daur hidup proyek pada pekerjaan pondasi dapat dilihat pada tabel 4.24 sebagai berikut :

- Umur rencana bangunan 50 tahun (Yahmo, 2019)
- Tingkat suku bunga / *Interest rate* (i) = *safe rate* + *risk*

Safe rate = rata – rata suku bunga

Risk = perbandingan terhadap *safe rate* (dipakai $1 \times$ *safe rate*)

Tabel 4.23 Suku Bunga Bank

No	Nama Bank	Suku Bunga
1	Bank Rakyat Indonesia (BRI)	8,00 %
2	Bank Negara Indonesia (BNI)	8,05 %

3	Bank Central Asia (BCA)	7,90 %
4	Bank Mandiri	8,05 %
5	Bank Jatim	7,68 %
6	Citibank	5,75 %
7	Bank Maybank Indonesia	8,00 %
	Rata – Rata Suku Bunga	7,62 %
	$I = 7,62 + (1 \times 7,62)$	15,24 %
	i dibulatkan	15 %

Sumber : OJK 2023

Tabel 4.24 Biaya Daur Hidup Proyek (*Life Cycle Cost*)

Tahap Analisis					
Biaya Daur Hidup (<i>Life Cycle Cost</i>)					
Proyek :	Pembangunan Flyover Krian			Item Pekerjaan : Pondasi	
Lokasi :	Sidoarjo			Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah	
	No	<i>Present Value</i>	Desain Awal	<i>Alternatif A</i>	<i>Alternatif B</i>
<i>Initial Cost</i>	1	Biaya Konstruksi	Rp. 24.432.084.147, 20	Rp. 16.327.839.567, 40	Rp. 20.146.538.052, 94
<i>Maintenance Cost</i>	2	Faktor P/A (n = 50; I = 15%)	6,66	6,66	6,66
	3	<i>Annual Maintenance Cost</i> Tahunan (2,5% x <i>Initial Cost</i>)	Rp. 610.802.103,68	Rp. 408.195.989,18	Rp. 503.663.451,32
<i>Total Maintenance Cost</i>	4	<i>Present Maintenance Cost</i> (No 2 x No 3)	Rp. 4.067.942.010, 50	Rp. 2.718.585.287, 93	Rp. 3.354.398.585, 81
<i>Total Cost</i>	5	<i>Total Cost Present Value</i> (No 1 + No 4)	Rp. 28.500.026.157, 70	Rp. 19.046.424.855, 33	Rp. 23.500.936.638, 75

Sumber : Olahan Penulis 2024

4.4 Tahap Rekomendasi

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari rangkaian rencana kerja penerapan *Value Engineering* (Rekayasa Nilai), pada tahap ini dilakukan perekomendasi dari alternatif yang telah terpilih dari tahap sebelumnya. Laporan rekomendasi ini bertujuan untuk meyakinkan pemakai atau pengambil keputusan bahwa alternatif yang direkomendasikan merupakan pilihan yang terbaik dan optimal bagi *Flyover Krian* yang dapat dilihat pada Tabel 4.25

Tabel 4.25 Tahap Rekomendasi

Tahap Rekomendasi	
Proyek :	<i>Flyover Krian</i>
Lokasi :	Sidoarjo
Rencana Awal	Pondasi Tiang Pancang D600
Biaya	Rp 28.500.026.157,70
Usulan	Pondasi Tiang Pancang D800
Biaya	Rp 19.046.424.855,33
Dasar Pertimbangan	Analisa Keuntungan Dan Kerugian
	<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>
	Analisa Daur Hidup Proyek (<i>Life Cycle Cost</i>)
Penghematan Biaya	Rp 9.453.601.302,37

Sumber : Olahan Penulis 2024

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian rekayasa nilai (*Value Engineering*) yang dilakukan pada proyek *Flyover* Krian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil dari *breakdown cost*, grafik hukum pareto dan analisa fungsi, didapatkan bahwa pekerjaan pondasi tiang pancang D600 memiliki rasio *cost/worth* yang paling besar sebesar 2,139. Menurut Dell'Isola nilai *cost/worth* $\geq 1,5$ layak untuk dilakukan upaya optimasi menggunakan metode rekayasa nilai (*Value Engineering*).
2. Berdasarkan tahap analisis yang menggunakan analisa keuntungan dan kerugian yang berdasarkan dengan perspektif teoritis dan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang memiliki perspektif teknis serta siklus daur hidup proyek (*life cycle cost*), Alternatif yang dipilih karena paling optimal dan efisien adalah alternatif 1 tiang pancang D800.
3. Optimasi yang dapat dihasilkan dari penggunaan alternatif tiang pancang D800 yang telah ditetapkan sebesar Rp 9.453.601.302,37 Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa alternatif 1 adalah desain yang paling layak karena memiliki nilai daya dukung pondasi yang lebih besar dari daya dukung desain eksisting serta memiliki biaya yang paling hemat dari desain eksisting.

5.2 Saran

Saran yang perlu disampaikan berdasarkan hasil penelitian rekayasa nilai pada *Flyover* Krian, yakni agar mendapatkan hasil yang paling optimal, maka perlu dilakukan penerapan rekayasa nilai terhadap item – item berbiaya tinggi lain yang teridentifikasi dapat dilakukan upaya penghematan. Pada penelitian ini peneliti hanya memunculkan dua alternatif pekerjaan pengganti pada item pekerjaan pondasi, sehingga pada penelitian selanjutnya dapat memunculkan alternatif – alternatif lain yang dapat menghasilkan suatu produk konstruksi yang paling optimal dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Gani, M. T. (2022). Penerapan Value Engineering Dengan Metode AHP (*ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*) Untuk Menghitung Penghematan Biaya Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Hotel MRC - Batu, Malang). *UWKS*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan*. SNI 2847:2019. Jakarta.
- Devita, R. I. (2022). Penerapan Rekayasa Nilai Pada Gedung Perkuliahan (Studi Kasus Gedung Kuliah Bersama Dan Laboratorium FEB UPN "Veteran" Jawa Timur). *UWKS*.
- Fatihah, N. I., & Putri, V. A. (2020). Perancangan Struktur Atas Jembatan Gantung Pejalan Kaki Dan Kendaraan Roda Dua Di Depok. *POLBAN*.
- Hendrianto, G. K. (2018). Analisis *Value Engineering* Untuk Efisiensi Biaya (Studi Kasus: Proyek Apartemen Yukata Suites Alam Sutera Tangerang). *Matriks Teknik Sipil*.
- landryan, A. (2023). Analisa *Value Engineering* Pada Pembangunan Jembatan Sungai Gondang Proyek Jalan Tol Solo - Ngawi STA 49+553. *UNISSULA*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2012). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2015). *NO.07/SE/PM/2015 Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan*. Jakarta.
- Kogoya, T. (2020). Value Engineering Pada Pondasi Fly Over Interchange Manado Bypass. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*.
- Mulyono, & Agustina, D. H. (2022). Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Dan Kelompok (Studi Kasus Proyek Hangar Lion Air Batam). *Sigma Teknika*, 372-382.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2023). *Standard Harga Satuan Belanja Daerah Kota Surabaya*. Surabaya.
- Pujawan, I. (2009). *Ekonomi Teknik*. Surabaya: Guna Widya.
- Rachmawan, A. M., & HS, M. S. (2021). Analisa Penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) Pada Proyek Pembangunan Dormitory Airlangga Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*.

- Rahmadi, N. R., & Hidayati, R. (2022). Studi Komparasi Kenyamanan Penggunaan *Flyover* Manahan Dan Pucwosari. *SIAR III*.
- Rani, H. A. (2022). *Konsep Value Engineering Dalam Manajemen Proyek Konstruksi*. Banda Aceh.
- Santoso, V. Y. (2020). Penerapan *Value Engineering* Pada Struktur Bangunan Gedung (Studi Kasus: Proyek Kantor Dinas Pemadam Kebakaran Kota Surakarta). *Matriks Teknik Sipil*.
- Siregar, F. A. (2018). Penerapan *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Suzuya Plaza Tanjung Morawa. *USU*.
- Wulan, A. (2022). Pekerjaan Pondasi *Bore Pile* dan Perhitungan Tulangan Fondasi pada Jalan Tol di Kota Depok. *ISSN*.

LAMPIRAN

LAMPIRAN I (Data Tanah)



BORE LOG

Bore No : 1 - 6
 Project : Pembangunan Fly Over Pengganti JPL KM35+037 Intai Surabaya-Sido
 Client :
 Location : Krian, Kab Sidoarjo
 STA :
 GWL : - 2.10 M

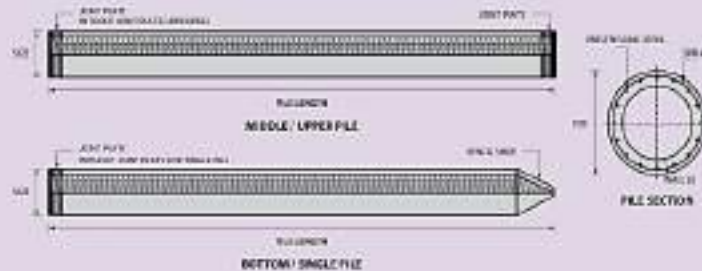
GPS (UTM) X = 67460.763
 Y = 918004.934
 Diameter of Bore : 73 mm
 Diameter of Casing : 69 mm
 Date : 03-06-2022
 Start : 06-06-2022

DEPTH (m)	BORE LOG	Standard Penetration Test (SPT) N/30cm	VISUAL DESCRIPTION	COLOUR	UDS Depth		N1 (15-30)	N2 (15-30)	N3 (30-45)	N-SPT Per-100
					SPT Depth	SPT Depth				
0			Timbunan	Coklat						
1										
2		7	Lanasu lempungan sedikit berpasir	Abu-Abu	2.00 - 2.45 m SPT		0 / 15	1 / 15	1 / 15	2
3		10			3.50 - 4.00 m UDS 4.00 - 4.45 m SPT		3 / 15	4 / 15	6 / 15	10
4										
5										
6		13	Pasir kasar	Hitam	6.00 - 6.45 m SPT		4 / 15	5 / 15	6 / 15	13
7										
8		11			7.50 - 8.00 m UDS 8.00 - 8.45 m SPT		3 / 15	5 / 15	6 / 15	11
9										
10		8	Pasir halus	Hitam	10.00 - 10.45 m SPT		2 / 15	3 / 15	5 / 15	8
11										
12		14	Pasir kasar	Hitam	11.50 - 12.00 m UDS 12.00 - 12.45 m SPT		2 / 15	5 / 15	9 / 15	14
13										
14		5	Lanasu lempungan sedikit berpasir	Abu-Abu	14.00 - 14.45 m SPT		2 / 15	2 / 15	3 / 15	5
15										
16		7	Lanasu lempungan	Abu-Abu	15.50 - 16.00 m UDS 16.00 - 16.45 m SPT		2 / 15	3 / 15	4 / 15	7
17										
18		19			18.00 - 18.45 m SPT		4 / 15	7 / 15	12 / 15	19
19										
20		24	Pasir kasar	Hitam	19.50 - 20.00 m UDS 20.00 - 20.45 m SPT		5 / 15	8 / 15	16 / 15	24
21										
22		36			22.00 - 22.45 m SPT		8 / 15	14 / 15	22 / 15	36
23										
24		6			23.50 - 24.00 m UDS 24.00 - 24.45 m SPT		2 / 15	2 / 15	4 / 15	6
25										
26		5	Lanasu lempungan	Abu-Abu	26.00 - 26.45 m SPT		2 / 15	2 / 15	3 / 15	5
27										
28		4			27.50 - 28.00 m UDS 28.00 - 28.45 m SPT		1 / 15	2 / 15	2 / 15	4
29										
30		24	Pasir sedikit terakumulasi	Abu-Abu	30.00 - 30.45 m SPT		8 / 15	9 / 15	15 / 15	24

LAMPIRAN

LAMPIRAN 2
(Brosur)

PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES



PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c = 72 \text{ MPa}$ (Cube 60) kg/cm^2

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm^2)	Section Modulus (cm^3)	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression (ton)	Length of Pile ^{**} (m)
						Crack [*] (ton.m)	Break (ton.m)			
300	60	457.39	34,607.78	113	A2	2.90	3.75	72.80	23.11	6-12
					A3	3.30	4.30	78.75	23.86	6-12
					B	3.30	6.30	67.50	41.96	6-14
					C	4.90	8.00	93.40	49.68	6-15
250	60	381.98	62,162.74	146	A1	3.30	5.25	41.30	33.74	6-13
					A3	4.20	6.90	49.30	37.50	6-14
					B	5.30	9.00	46.40	44.93	6-15
					C	6.90	12.04	85.80	50.87	6-16
400	75	765.76	106,910.95	191	A2	5.30	8.25	121.10	38.82	6-14
					A3	6.30	9.75	117.60	45.51	6-15
					B	7.30	13.58	114.80	70.27	6-16
					C	9.30	18.03	111.50	80.44	6-17
450	80	929.71	166,310.36	252	A1	7.30	11.25	149.30	59.28	6-14
					A2	8.30	12.75	146.80	53.39	6-15
					A3	10.00	13.09	145.80	46.57	6-16
					B	11.00	19.88	130.10	78.84	6-17
500	90	1,119.25	255,314.30	290	C	12.50	25.04	134.90	100.85	6-18
					A1	10.50	15.75	180.30	54.56	6-15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6-16
					A3	14.00	21.04	178.20	88.30	6-17
600	100	1,570.80	510,508.81	392	B	15.00	27.03	174.90	96.13	6-18
					C	17.00	34.03	169.00	122.09	6-19
					A1	17.00	25.54	262.70	70.42	6-16
					A2	19.00	28.54	249.00	77.68	6-17
800	130	2,942.54	1,027,869.60	641	A3	22.00	33.04	243.20	104.94	6-18
					B	25.00	45.04	238.30	131.10	6-19
					C	29.00	58.04	229.50	163.07	6-20
					A1	40.00	60.04	415.00	119.34	6-20
1000	140	3,782.48	1,589,571.20	946	A2	48.00	69.04	406.10	151.01	6-21
					A3	51.00	76.54	399.17	171.18	6-22
					B	55.00	99.04	386.61	215.80	6-23
					C	85.00	136.00	366.17	246.80	6-24
1200	150	4,946.01	6,958,36.85	1,237	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6-22
					A2	82.00	122.00	601.27	215.16	6-23
					A3	83.00	138.50	589.66	258.19	6-24
					B	105.00	169.00	575.33	311.26	6-24
1200	150	4,946.01	6,958,36.85	1,237	C	120.00	240.00	555.23	385.70	6-24
					A1	120.00	186.00	802.80	221.30	6-24
					A2	130.00	196.00	794.50	252.16	6-24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6-24
1200	150	4,946.01	6,958,36.85	1,237	B	170.00	306.00	751.90	409.00	6-24
					C	200.00	406.00	721.50	512.20	6-24

Note: ^{*}1 Crack Moment based on BS 5325-1987 (Prestressed Spin Concrete Piles)
^{**}3 Length of pile may exceed usual standard whenever ABED in certain position
^{***} Type of Shoe for Bottom Pile is Modified Shoe

Unit Conversion: 1 ton = 9,806 kN

LAMPIRAN

LAMPIRAN ¹ 3 (Analisa Fungsi)

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan Flyover Krian			Item Kerja : Girder			
			Fungsi : Menerima Beban Yang Bekerja			
22 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan 1 Girder L 21 m	Menerima	Beban	B	9.607.234,16	9.607.234,16
2	Pemasangan 1 Girder L 21 m (Metode Launcher)	Memasang	Beton	S	4.789.647,95	
TOTAL					14.396.882,11	9.607.234,16
C/W =					1,499	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan Flyover Krian			Item Kerja : Slab			
			Fungsi : Menerima Beban Yang Bekerja			
22 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan jembatan beton Voided Slab L 20 m	Menyalurkan	Beban	B	6.842.642,80	6.842.642,80
2	Pemasangan Voided Slab Bentang 20 m Metode Launcher	Memasang	Mesin	S	3.029.130,35	
TOTAL					9.871.773,15	6.842.642,80
C/W =					1,443	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan Flyover Krian			Item Kerja : Plat Deck			
			Fungsi : Menerima Beban Yang Bekerja			
22 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Plat deck jembatan Uk. 1X1,6X0,07	Menyalurkan	Beban	B	1.008.659,00	1.008.659,00
2	Pemasangan plat deck jembatan Uk. 1X1,6X0,07	Memasang	Beton	S	420.000,00	
TOTAL					1.428.659,00	1.008.659,00
C/W =					1,322	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan Flyover Krian			Item Kerja : Dinding Turap Beton			
			Fungsi : Menahan Dinding Tanah			
22 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan Dinding Turap Beton (PCSP) Type W601	Menyalurkan	Beban	B	1.598.000,00	1.598.000,00
2	Pemancangan Dinding Turap Beton (PCSP) Type W601	Memasang	Beton	S	400.749,00	
TOTAL					1.998.749,00	1.598.000,00
C/W =					1,251	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian			Item Kerja : Tiang Bor D1200			
			Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja Ke Tanah			
6 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Beton K-350	Menyalurkan	Beban	B	2.456.400,00	2.456.400,00
2	Pembesian BJTS42	Memasang	Beton	S	19.675,00	
3	Pengeboran	Menyalurkan	Beton	S	558.511,21	
TOTAL					3.034.586,21	2.456.400,00
C/W =					1,226	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian			Item Kerja : Dinding Turap Baja			
			Fungsi : Menahan Dinding Tanah			
22 No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan Dinding Turap Baja (SSP) Tipe W-400 (Termasuk Sewa SSP)	Menyalurkan	Beban	B	712.009,00	712.009,00
2	Pemasangan Dinding Turap Baja (SSP) Tipe W-400 (Termasuk Sewa SSP)	Memasang	Beton	S	144.049,00	
TOTAL					856.058,00	712.009,00
C/W =					1,202	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian		Item Kerja : Kepala Pilar Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Beton K-300	Menyalurkan	Beban	B	2.403.950,00	2.403.950,00
2	Pembesian BJTS42	Memasang	Beton	S	19.675,00	19.675,00
3	Bekisting	Menyalurkan	Beton	S	450.000,00	
TOTAL					2.873.625,00	2.423.625,00
C/W =					1,190	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian		Item Kerja : Pilar Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Beton K-350	Menyalurkan	Beban	B	2.456.400,00	2.456.400,00
2	Pembesian BJTS42	Memasang	Beton	S	19.675,00	19.675,00
3	Bekisting	Menyalurkan	Beton	S	450.000,00	
TOTAL					2.926.075,00	2.476.075,00
C/W =					1,180	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian		Item Kerja : Pile Cap Fungsi : Menyalurkan Beban Yang Bekerja				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Beton K-350	Menyalurkan	Beban	B	2.456.400,00	2.456.400,00
2	Pembesian BJTS42	Memasang	Beton	S	19.675,00	19.675,00
3	Bekisting	Menyalurkan	Beton	S	450.000,00	
TOTAL					2.926.075,00	2.476.075,00
C/W =					1,180	

TAHAPAN INFORMASI						
Analisa Fungsi						
Proyek : Pembangunan <i>Flyover</i> Krian		Item Kerja : Diafragma Fungsi : Menerima Beban Yang Bekerja				
No	Komponen	Fungsi			Cost	Worth
		Kata Kerja	Kata Benda	Jenis		
1	Pengadaan Diafragma Beton Pracetak K-500	Menyalurkan	Beban	B	6.200.800,00	6.200.800,00
2	Pemasangan Diafragma Beton Pracetak K-500	Memasang	Beton	S	700.027,00	
TOTAL					6.900.827,00	6.200.800,00
C/W =					1,113	

LAMPIRAN

LAMPIRAN 4
(Perhitungan Volume Pekerjaan)

1. Perhitungan kebutuhan tiang pancang D800

Section pilar

Jumlah pile cap = 13 titik

Pile cap = 12 buah tiang pancang

Kedalam tiang pancang = 35 m

Total = $13 \times 12 \times 35 = 5460 \text{ m}^3$

Section pier head

Jumlah pile head = 29 titik

Pile cap = 3 buah tiang pancang

Kedalam tiang pancang = 32 m

Total = $29 \times 3 \times 32 = 3480 \text{ m}^3$

Total keseluruhan = 8244 m^3

2. Perhitungan penyambungan tiang pancang D800

Section pilar = $13 \times 12 = 156$ titik

Konfigurasi penyambungan tiang pancang $12\text{m} - 11\text{m} - 12\text{m} = 2\text{x}$ penyambungan

Total $156 \times 2 = 312$ titik

Section pile head = $3 \times 29 = 87$ titik

Konfigurasi penyambungan tiang pancang $11\text{m} - 10\text{m} - 11\text{m} = 2\text{x}$ penyambungan

Total $87 \times 2 = 174$ titik

Total keseluruhan = $312 + 174 = 486$ titik

3. Perhitungan pemotongan kepala tiang pancang D800

Section pilar = $13 \times 12 = 156$ titik

Section pile head = $3 \times 29 = 87$ titik

Total keseluruhan = $156 + 87 = 243$ titik

4. Perhitungan pengeboran bore pile D1000

= Jumlah titik x kedalaman

= $104 \times 35 + 87 \times 31 = 6337 \text{ m}^3$

5. Perhitungan pengecoran bore pile D1000

= $A \times L \times$ jumlah titik

= $0,785 \times 35 \times 104 + 0,785 \times 31 \times 87$

= $4974,54 \text{ m}^3$

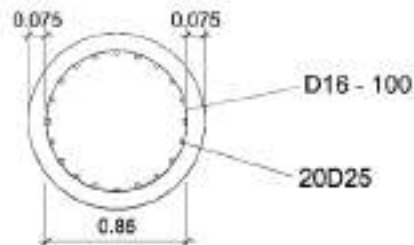
6. Perhitungan kebutuhan besi tulangan bore pile D1000

Section pile cap tulangan utama (40 m – 20 batang)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 25^2 \\ &= 490,87 \text{ mm}^2 = 0,00049 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= A \times L \\ &= 0,00049 \times 35 \\ &= 0,017 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_b &= V \times n \times \text{berat jenis besi} \\ &= 0,017 \times 20 \times 7850 \\ &= 2669 \text{ kg} \end{aligned}$$



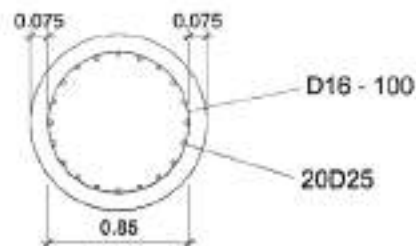
Jumlah tulangan utama yang dibutuhkan sebanyak 2669 kg

Section pile head tulangan utama (40 m – 20 batang)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 25^2 \\ &= 490,87 \text{ mm}^2 = 0,00049 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= A \times L \\ &= 0,00049 \times 31 \\ &= 0,015 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_b &= V \times n \times \text{berat jenis besi} \\ &= 0,015 \times 20 \times 7850 \\ &= 2355 \text{ kg} \end{aligned}$$



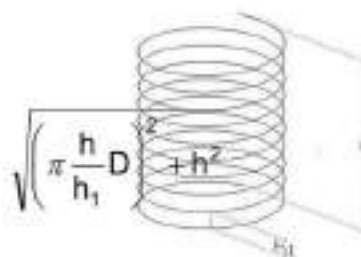
Jumlah tulangan utama yang dibutuhkan sebanyak 2355 kg

Section pile cap tulangan sengkang (40 m – jarak 0,1 m)

$$\begin{aligned} L &= \sqrt{\left(\pi \frac{h}{h_1} D\right)^2 + h^2} \\ &= \sqrt{\left(3,14 \frac{35}{0,1} (0,85)\right)^2 + 35^2} \\ &= 934,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \\ &= 201,06193 \text{ mm}^2 = 0,0002 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$W_b = L \times A \times \text{berat jenis besi}$$



$$= 934,8 \times 0,0002 \times 7850$$

$$= 1467,63 \text{ kg}$$

Jumlah tulangan sengkang yang dibutuhkan sebanyak 1467,63 kg

Section pile head tulangan sengkang (40 m – jarak 0,1 m)

$$L = \sqrt{\left(\pi \frac{h}{n_1} D\right)^2 + h^2}$$

$$= \sqrt{\left(3,14 \frac{31}{0,1} (0,85)\right)^2 + 31^2}$$

$$= 827,97 \text{ m}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2$$

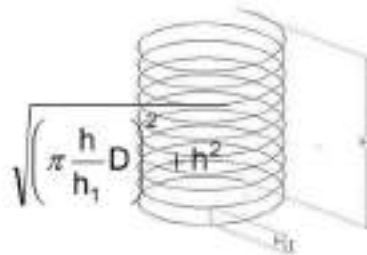
$$= 201,06193 \text{ mm}^2 = 0,0002 \text{ m}^2$$

$$W_b = L \times A \times \text{berat jenis besi}$$

$$= 827,97 \times 0,0002 \times 7850$$

$$= 1299,91 \text{ kg}$$

Jumlah tulangan sengkang yang dibutuhkan sebanyak 1299,91 kg



7. Menghitung luas tulangan yang diperlukan tiang *bore pile*

- Diameter (\emptyset) = 25 mm
- Mutu baja = BJ42
- Tebal selimut beton (p) = 75 mm (SNI 2847:2019, Tabel 20.6.1.3.1)
- Tebal potongan (h) = 1000 mm
- Lebar potongan (b) = 1000 mm
- Tinggi efektif (d) = $h - p - \frac{1}{2} \emptyset$ utama
- = $1000 - 75 - 12,5$
- = 912,5 mm

$$Q_{ult} = (40 \times N_b \times A_p) + (0,5 \times \bar{N} \times A_s)$$

$$Y_1 = 35 + (2 \times 1) = 37 \text{ m}$$

$$Y_2 = 35 - (4 \times 1) = 31 \text{ m}$$

$$N_2 = \text{Nilai N-SPT rata-rata pada kedalaman } Y_2 (37 \text{ m})$$

$$= \frac{54+50}{2} = 52$$

$$N_2 = \text{Nilai N-SPT rata-rata pada kedalaman } Y_2 (31 \text{ m})$$

$$= \frac{24+45}{2} = 34,5$$

$$N_b = \frac{N_1 + N_2}{2} = \frac{52 + 34,5}{2} = 43,25$$

$$\bar{N} = 21,6 \text{ (rata-rata nilai SPT)}$$

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= (40 \times N_b \times A_p) + (0,5 \times \bar{N} \times A_s) \\ &= (40 \times 43,25 \times 0,785) + (0,5 \times 21,6 \times 125,6) \\ &= 2714,53 \text{ ton} \end{aligned}$$

- Rencana tulangan pokok

$$M_u = \frac{1}{11} \text{ Qult} \cdot L^2 = \frac{1}{11} \cdot 2714,53 \cdot (35^2) = 302299931 \text{ kgm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,47$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{302299931}{0,8} = 377874914 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{377874914}{1000 \cdot 912,5^2} = 0,45$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_n}{f_y \cdot b \cdot d^2}} \right) \\ &= \frac{1}{16,47} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,45}{420}} \right) \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot 600}{f_y \cdot (600 + f_y)} \right) \\ &= 0,75 \left(\frac{0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 600}{420 \cdot (600 + 420)} \right) \\ &= 0,024 \end{aligned}$$

Karena $\rho < \rho_{\text{min}}$; maka dipakai $\rho_{\text{min}} = 0,003$

- Tulangan utama (As):

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\text{min}} \times b \times d \\ &= 0,003 \times 1000 \times 912,5 \\ &= 2737,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

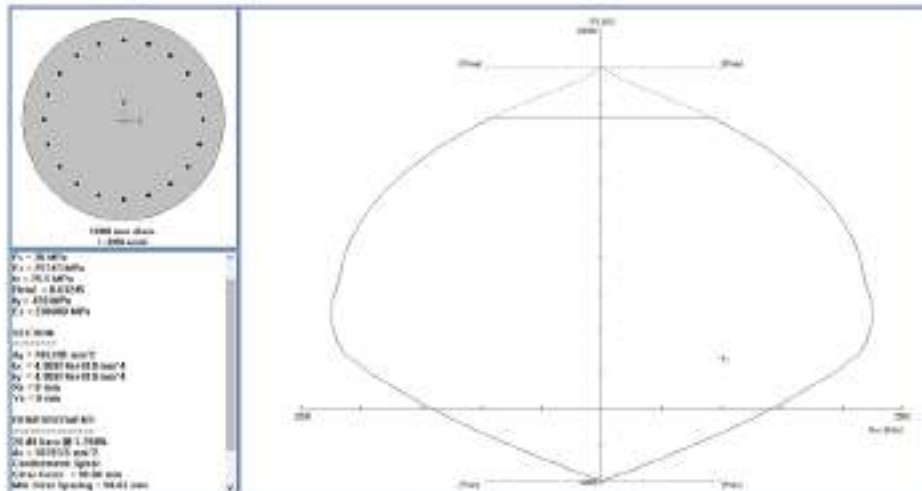
Dipakai tulangan pokok: 20D25 (As = 9817 mm²)

- Tulangan begel (Spiral):

$$\begin{aligned} A_s &= 0,002 \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 1000 \\ &= 2000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan begel : D16-100 ($A_s = 2011 \text{ mm}^2$)

SNI 2847:2019 menyatakan bahwa $0,01 A_g < A_s < 0,06 A_g$ dapat ditampilkan dari diagram spColumn, sebagai berikut :



Hasil program spColumn dan berdasarkan diagram interaksi pada *bore pile* D1000 mm, didapatkan konfigurasi penulangan 20D25. Berdasarkan konfigurasi tersebut didapatkan rasio tulangan $\rho = 1,30\% = 0,013$. Sehingga didapat nilai $0,01 < 0,013 < 0,06$ menunjukkan bahwa telah **terpenuhi**.

8. Jumlah total kebutuhan tulangan *bore pile*

- Berat tulangan *bore pile* section pile cap
 - Total berat pembesian untuk satu tiang bore pile diameter 1000 cm
 - = Berat tulangan pokok + Berat tulangan begel
 - = $2669 + 1467,63$
 - = $4136,63 \times 104$ (jumlah *bore pile* pada pile cap)
 - = $430209,52 \text{ kg}$
 - Berat tulangan *bore pile* section pile head
 - Total berat pembesian untuk satu tiang bore pile diameter 1000 cm
 - = Berat tulangan pokok + Berat tulangan begel
 - = $2355 + 1299,91$
 - = $3654,91 \times 87$ (jumlah *bore pile* pada pile head)
 - = $317977,17 \text{ kg}$

LAMPIRAN

LAMPIRAN 5
(Gambar Kerja)

TUGAS AKHIR



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA
SURABAYA

JUDUL :

"RETEKANAN LULUH BERDASARKAN TERHADAP
STRUKTUR MAMBAK-PADA PROYEK
REHABILITASI J. TOYOT KIRAS"

DOSEN PEMBIMBING :

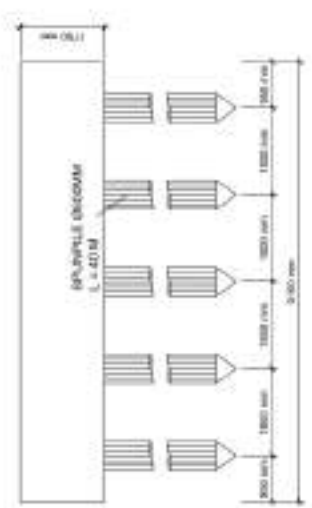
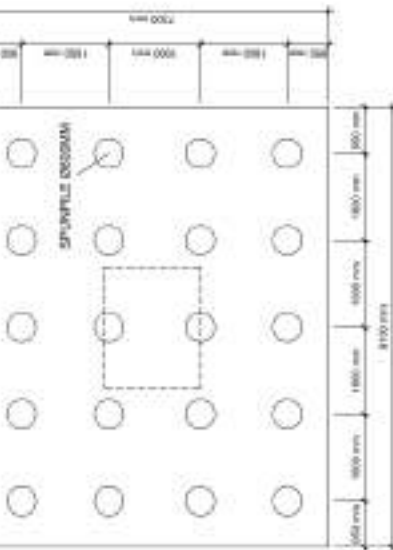
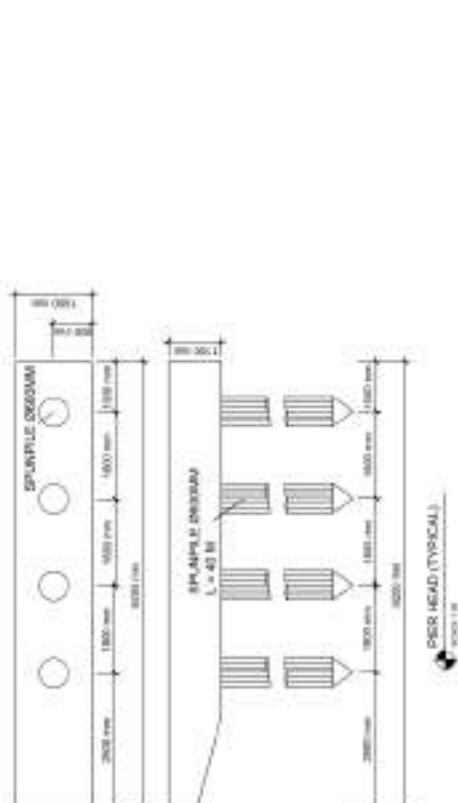
Dr. Ir. Dwiwanto, M. T.
NAMA MAHASISWA :

Farel Adha Asyraf (201100020)

CATATAN :

JUDUL GAMBAR : SKALA :
- DETAIL PILE HEAD
- DETAIL PILE CAP 1 : 10

KODE GAMBAR : NO. LEMBAR : JMLH LEMBAR :
01 / 01 / 03



PILE CAP (TYPICAL)
SKALA 10

TUGAS AKHIR



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIDYADARMASURABAYA

JUDUL :

PERENCANAAN PELENGKAPAN TERHADAP
STRUKTUR BAWAH PONDASI PROFIL
PEMBANGUNAN 7, POLY PERAN

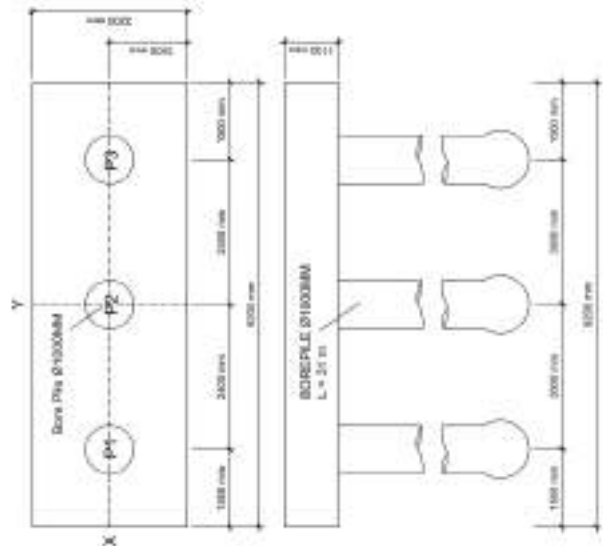
DOKEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. Gunawan, M. T.

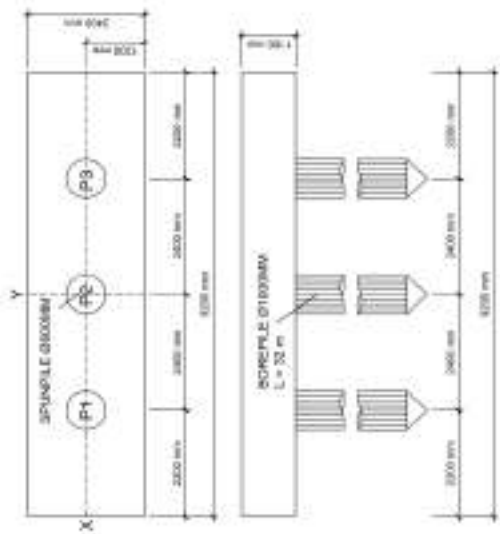
NAMA MAHASISWA :

Zaidi Aris Alayudi 001110003

CATATAN :



PLAN PILE HEAD (ALTERNATIF 2)
RIS. 2.10



PLAN PILE HEAD (ALTERNATIF 1)
RIS. 2.11

JUDUL GAMBAR :	SKALA :
- DETAIL PILE HEAD ALTERNATIF 1 - DETAIL PILE HEAD ALTERNATIF 2	1 : 50
KODE GAMBAR :	NO. LEMBAR :
PIV	02
JMHL LEMBAR :	05

TUGAS AKHIR



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIDYADARMA
SURABAYA

JUDUL :

PERENCANAAN PILE CAP ALTERNATIF TERHADAP
STRUKTUR BAWAH PEDA PROYEK
PENGALIHAN F. POLY PERAN

DOKEN PEMBIMBING :

Dr. Ir. Gunawan, M. T.

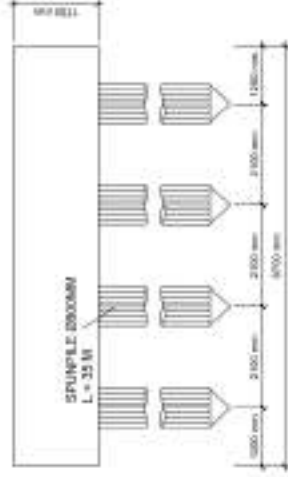
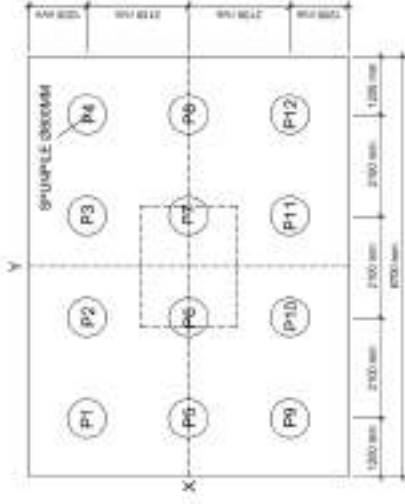
NAMA MAHASISWA :

Zarif Anis Ayyubi 001110003

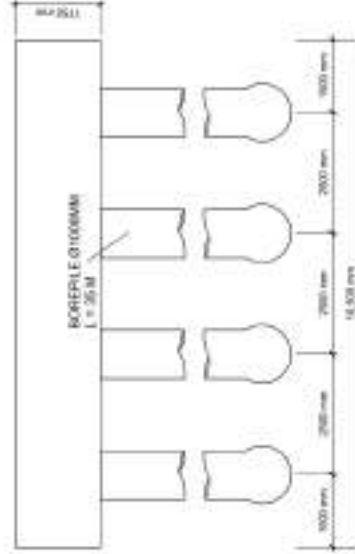
CATATAN :

JUDUL GAMBAR : SKALA :
- DETAIL PILE CAP ALTERNATIF 1 1 : 50
- DETAIL PILE CAP ALTERNATIF 2

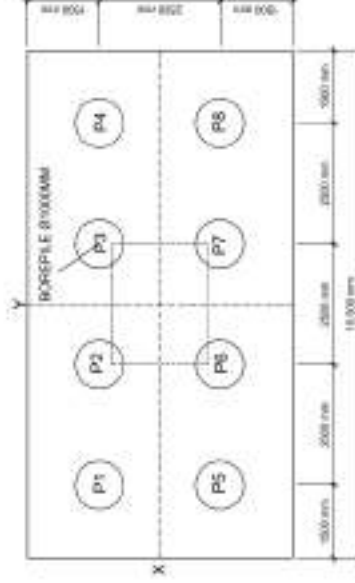
KODE GAMBAR : NO. LEMBAR : JMLH. LEMBAR :
PCA 05 05



PLAN PILE CAP ALTERNATIF 1)



PLAN PILE CAP ALTERNATIF 2)



LAMPIRAN

**LAMPIRAN 6
(Lain – Lain)**

BIODATA PENULIS



Farell Arthur Asyrofle

Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 30 Mei 2001, merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Khadijah (Surabaya), SDIT AL – Anwar (Mojosari), SMPIT AL – Anwar (Mojosari), SMA Negeri 1 (Mojosari). Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Mojosari pada tahun 2019, penulis mengikuti ujian masuk S1 – UWKS dan diterima di jurusan Teknik Sipil FT – UWKS pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NPM 20110003 dan lulus kuliah pada tahun 2024.

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.its.ac.id Internet Source	3%
2	journal.uwks.ac.id Internet Source	3%
3	repository.unmuhjember.ac.id Internet Source	1%
4	erepository.uwks.ac.id Internet Source	1%
5	Submitted to Sultan Agung Islamic University Student Paper	1%
6	123dok.com Internet Source	1%
7	jurnal.itats.ac.id Internet Source	1%
8	Kusuma Bayu Eka Putra, Ayu Prativi, Septiana Widi Astuti, Muhammad Kesuma Cesarasyid. "Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Ultimate Bored Pile pada Proyek Jalur Ganda	1%

Mojokerto – Sepanjang", Warta Penelitian Perhubungan, 2024

Publication

9	repository.usu.ac.id Internet Source	1 %
10	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
11	pdfcoffee.com Internet Source	<1 %
12	repository.unim.ac.id Internet Source	<1 %
13	repository.ub.ac.id Internet Source	<1 %
14	jurnal.uns.ac.id Internet Source	<1 %
15	core.ac.uk Internet Source	<1 %
16	media.neliti.com Internet Source	<1 %
17	id.scribd.com Internet Source	<1 %
18	Submitted to Miami-Dade Community College Student Paper	<1 %
19	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1 %

20	repository.upstegal.ac.id Internet Source	<1 %
21	ejournal.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
22	Submitted to Universitas Pancasila Student Paper	<1 %
23	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
24	Submitted to Binus University International Student Paper	<1 %
25	idoc.pub Internet Source	<1 %
26	Submitted to Politeknik Negeri Bandung Student Paper	<1 %
27	Submitted to Universitas International Batam Student Paper	<1 %
28	eprints.uty.ac.id Internet Source	<1 %
29	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %
30	Submitted to Universitas Bung Hatta Student Paper	<1 %
31	dergipark.org.tr Internet Source	<1 %

32	journal.uir.ac.id Internet Source	<1 %
33	www.neliti.com Internet Source	<1 %
34	docplayer.info Internet Source	<1 %
35	es.scribd.com Internet Source	<1 %
36	Sahara, Haryadi, Kusumowardhani N.. "Smallholder finance in the oil palm sector: Analyzing the gaps between existing credit schemes and smallholder realities", Center for International Forestry Research (CIFOR) and World Agroforestry Centre (ICRAF), 2017 Publication	<1 %
37	repository.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
38	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
39	vdocuments.site Internet Source	<1 %
40	documents.mx Internet Source	<1 %
41	jts.itp.ac.id Internet Source	<1 %

42 repository.uinjkt.ac.id <1 %
Internet Source

43 share.auditory.ru <1 %
Internet Source

44 www.scribd.com <1 %
Internet Source

45 Ika Adinda Salatun, Judiono, Sebastianus Priambodo. "Rencana Manajemen Lalulintas Pembangunan Flyover Aloha Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur", MoDuluS Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil, 2024 <1 %
Publication

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

TA VE_Farell Arthur Asyrofle_20110003.pdf

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75

PAGE 76

PAGE 77

PAGE 78

PAGE 79

PAGE 80

PAGE 81

PAGE 82

PAGE 83

PAGE 84

PAGE 85

PAGE 86

PAGE 87

PAGE 88

PAGE 89

PAGE 90

PAGE 91

PAGE 92

PAGE 93

PAGE 94

PAGE 95

PAGE 96

PAGE 97

PAGE 98

PAGE 99

PAGE 100

PAGE 101

PAGE 102

PAGE 103

PAGE 104

PAGE 105

PAGE 106

PAGE 107
