

TUGAS AKHIR
PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PENINGKATAN
JALAN CIANJUR KABUPATEN SORONG



ANJELA DOMI

1916020

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK KATOLIK SAINT PAUL SORONG

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PENINGKATAN
JALAN CIANJUR KABUPATEN SORONG**

SKRIPSI

ANJELA DOMI

1916020

PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR:

Ir. Wennie Mandela, ST., MT., IPM

Dosen Pembimbing

MUH. AKHSAN SAMAILA, ST., MT

Dosen Penguji I

IMAM TRIANGGORO SAPUTRO, ST., MT

Dosen Penguji II

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :
Nama : Anjela Domi
Nomor Induk Mahasiswa : 1916020
Program Studi : Teknik Sipil

POLITEKNIK SAINT PAUL SORONG

Menyatakan bahwa Tugas Akhir Yang berjudul :

**“ PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PENINGKATAN
JALAN CIANJUR KABUPATEN SORONG ”**

Adalah benar – benar karya saya sendiri di bawah bimbingan pembimbing saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara – cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain yang berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap bertanggung jawab atas segala resiko, akibata, dan tuntutan / sanksi yang di jatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Politeknik Saint Paul.

Sorong, 12 Desember 2023

Yang Membuat Pernyataan

Anjela Domi



HALAMAN MOTTO

***“ YOU DON’T NEED TO BE THE BEST
YOU JUST NEED TO BE BETTER THAN YESTERDAY “***

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu prasarana penting yang dibutuhkan oleh masyarakat dan juga berfungsi sebagai penghubung antara wilayah dengan wilayah lainnya. Dalam perkembangannya, jalan harus selalu ditingkatkan agar dapat memenuhi kebutuhan masyarakat serta mendukung pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas jalan adalah melalui proyek peningkatan jalan. Proyek peningkatan jalan di Kabupaten Sorong yang akan mengalami peningkatan adalah pada Jalan Cianjur yang merupakan akses jalan menuju Bendungan yang terletak di SP 1 Kabupaten Sorong.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan penelitian yang menggunakan data berbentuk angka atau statistik untuk mengukur, menganalisis, dan memahami fenomena yang dipelajari. Perencanaan awal Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton Alternatif terpilih Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (plain concrete pavement) Biaya Awal Rp 2.102.836.507,20, Biaya setelah usulan Rp 1.936.941.775,00 dan Penghematan Rp 165.894.731,99. Persentase penghematan yang terjadi adalah 18%. Perencanaan awal Pasangan batu dengan mortar Alternatif terpilih Beton precast U-ditch 60 x 80 x 120. Biaya Awal Rp 437.784.717,25, Biaya setelah usulan Rp 156.578.847,50 Penghematan Rp 281.215.869,75 dan Persentase penghematan yang terjadi adalah 64,3%.

Berdasarkan hasil penerapan value engineering pada proyek peningkatan jalan Cianjur kabupaten Sorong, didapatkan hasil yaitu potensi penghematan sebesar Rp 388.792.198,42 dengan persentase sebesar 7,3%. Dari rencana awal proyek sebesar Rp 5.318.200.000,00, dan setelah dilakukan penerapan value engineering total biaya proyek menjadi Rp 4.929.407.801,58.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan PenyertanNya sehingga Tugas akhir dengan judul “Penerapan Value Engineering Pada Proyek Peningkatan Jalan Cianjur Kabupaten Sorong” ini dapat dikerjakan dan disusun sebaik mungkin.

Penyusunan laporan penelitian ini dilaksanakan sebagai pemenuhan kewajiban menyelesaikan tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Politeknik Saint Paul Sorong.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya dukungan,bantuan,bimbingan dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu saya menyampaikan Terimakasih setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Ir.Yusverison Andika, ST.,MT.,IPM sebagai ketua jurusan program studi Teknik Sipil Politeknik Saint Paul Sorong.
2. Ibu Ir.Wennie Mandela,ST.,MT.,IPM sebagai dosen pembimbing skripsi.
3. Seluruh anggota keluarga yang selalu memberi dukungan baik secara material maupun non material.
4. Sahabat-sahabat baik saya terutama grup Deadline yang setia menemani saya dalam suka duka selama perkuliahan,selalu support,menjadi tempat curhat dan selalu memberi bantuan.
5. Last but not least,untuk diri saya sendiri, saya ingin mengucapkan terima kasih karena telah bersabar dengan semua tantangan yang dihadapi, telah berpikir positif, berani, dan tidak menyerah, meskipun sering merasa kalah,tidak percaya sama diri sendiri,insecure namun mampu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini bisa memberi hasil yang baik dan bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Sorong, 07 November 2023

Anjela Domi

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN MOTTO.....	iii
SURAT PERYATAAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Sejarah Value Engineering (Rekayasa Nilai).....	6

2.2	Pengertian Value Engineering.....	8
2.3	Rencana Kerja Value Engineering (Rekayasa Nilai).....	10
2.4	Tujuan Value Engineering (Rekayasa Nilai).....	14
BAB III.....		16
METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	16
3.2	Metode Penelitian.....	16
3.3	Tahapan Perencanaan.....	17
3.4	Bagan Alir.....	21
BAB IV.....		23
PENERAPAN VALUE ENGINEERING.....		23
4.1	Tahap Informasi.....	23
4.2	Tahap Kreatif.....	45
4.3	Tahapan Evaluasi.....	52
4.4	Tahap Pengembangan.....	60
4.5	Tahap Persentase.....	66
BAB V.....		70
PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	71
LAMPIRAN-LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 3.2. Contoh tabel persentase.....	20
Tabel 4.1. Uraian Item Pekerjaan.....	24
Tabel 4.2. Hasil break down cost model.....	25
Tabel 4.3. Uraian Sub Item Pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen.....	28
Tabel 4.4. Hasil breakdown cost model pada sub item pekerjaan perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen.....	29
Tabel 4.5. uraian sub item pekerjaan struktur.....	30
Tabel 4.6. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan struktur.....	31
Tabel 4.7. Uraian sub item pekerjaan drainase.....	32
Tabel 4.8. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan drainase.....	33
Tabel 4.9. Uraian sub item pekerjaan tanah dan geosintetik.....	34
Tabel 4.10. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan tanah dan geosintetik.....	35
Tabel 4.11. Uraian sub item pekerjaan pemeliharaan pekerja.....	36
Tabel 4.12. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan pemeliharaan pekerja.....	37
Tabel 4.13. Uraian sub item pada pekerjaan umum.....	38
Tabel 4.14. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan umum.....	39

Tabel 4.15. Analisa fungsi Pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen	41
Tabel 4.16. Analisa fungsi Pekerjaan Struktur.....	42
Tabel 4.17. Analisa fungsi Pekerjaan Drainase.....	43
Tabel 4.18. Analisa fungsi Pekerjaan tanah dan geosintetik.....	43
Tabel 4.19 . Analisa fungsi Pekerjaan pemeliharaan kinerja.....	44
Tabel 4.20. Analisa fungsi Pekerjaan umum.....	45
Tabel 4.21. Alternatif pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen....	45
Tabel 4.22. Alternatif pekerjaan Drainase.....	46
Tabel 4.23. Spesifikasi pekerjaan perkerasan rigid.....	52
Tabel 4.24. Spesifikasi pekerjaan drainase.....	52
Tabel 4.25. Rencana anggaran biaya pekerjaan perkerasan rigid.....	53
Tabel 4.26. Rencana anggaran biaya pekerjaan drainase.....	54
Tabel 4.27. Analisa kelebihan dan kekurangan item pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen.....	55
Tabel 4.28. Analisa kelebihan dan kekurangan item pekerjaan Drainase.....	56
Tabel 4.29. Life cycle cost pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton Semen.....	60
Tabel 4.30. Life cycle cost pekerjaan Drainase.....	62

Tabel 4.31. Metode zero-one untuk mencari bobot.....	65
Tabel 4.32. Metode zero-one untuk mencari indeks.....	65
Tabel 4.33. Tahap persentase pekerjaan Perkerasan berbutir.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi Penelitian.....	16
Gambar 2. Grafik distribusi Pareto pada Item pekerjaan.....	27
Gambar 3. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen.....	30
Gambar 4. Grafik distribusi Pareto pada pekerjaan struktur.....	32
Gambar 5. Grafik distribusi Pareto pada pekerjaan drainase.....	34
Gambar 6. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan tanah dan geosintetik.....	36
Gambar 7. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan pemeliharaan pekerja.....	38
Gambar 8. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan umum.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur vital yang dibutuhkan oleh masyarakat, berfungsi sebagai penghubung antara berbagai wilayah, dan memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan masyarakat, peningkatan kualitas jalan menjadi suatu keharusan untuk memastikan infrastruktur ini mampu memenuhi tuntutan zaman. Salah satu bentuk peningkatan infrastruktur jalan adalah melalui proyek peningkatan jalan, yang bertujuan untuk meningkatkan fungsionalitas dan ketahanan jalan.

Proyek peningkatan jalan di Kabupaten Sorong, khususnya pada Jalan Cianjur yang menjadi akses utama menuju Bendungan di SP 1, menjadi fokus penting bagi pemerintah daerah. Sebelum pelaksanaan proyek ini, telah disusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan desain yang dirancang untuk diimplementasikan. Namun, seperti proyek infrastruktur pada umumnya, proyek ini menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan anggaran, penggunaan sumber daya yang tidak efisien, material yang tidak optimal, tenaga kerja yang kurang terampil, dan potensi keterlambatan penyelesaian.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, penerapan metode yang efektif menjadi krusial untuk memastikan bahwa proyek peningkatan jalan ini berjalan dengan efisien dan mencapai tujuan yang diinginkan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah Value Engineering (VE). Value Engineering adalah suatu metode yang dirancang untuk meningkatkan nilai suatu proyek dengan mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas yang tidak

diperlukan atau dengan mengurangi biaya tanpa mengorbankan fungsi dan kinerja proyek.

Dalam konteks proyek peningkatan Jalan Cianjur di Kabupaten Sorong, penerapan Value Engineering diharapkan dapat membantu mengoptimalkan penggunaan anggaran dan sumber daya yang ada, sehingga proyek dapat diselesaikan dengan efisien dan memberikan hasil yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari penerapan Value Engineering pada proyek peningkatan Jalan Cianjur, dengan fokus pada analisis desain dan RAB yang telah ada, serta mencari alternatif desain dan perencanaan yang lebih efektif dan efisien dari segi biaya.

Proses penerapan Value Engineering akan melibatkan lima tahapan utama, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap presentasi/rekomendasi. Melalui penerapan metode ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang lebih efektif dan efisien dalam penggunaan sumber daya, sehingga nilai proyek dapat dioptimalkan dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat serta perekonomian daerah.

Oleh karena itu, penelitian ini sangat relevan dan penting untuk dilakukan guna mengevaluasi hasil penerapan Value Engineering pada proyek peningkatan Jalan Cianjur di Kabupaten Sorong. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam mengenai manfaat dan efektivitas Value Engineering dalam meningkatkan kualitas proyek infrastruktur di daerah tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka di dapatkan rumusan masalah yaitu: Bagaimana hasil penerapan Value Engineering pada proyek peningkatan Jalan Cianjur Kabupaten Sorong?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari penerapan Value Engineering pada proyek peningkatan jalan Cianjur Kabupaten Sorong.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini di gunakan batasan masalah mengingat luasnya pengertian tentang penerapan Value Engineering, yaitu :

1. Penelitian akan memfokuskan pada hasil penerapan value engineering pada proyek peningkatan jalan Cianjur Kabupaten Sorong, dengan tujuan untuk mengurangi biaya produksi proyek.
2. Penelitian ini akan mempertimbangkan suatu alternative solusi yang di anggap tepat yang dihasilkan dari penerapan Value Engineering dengan membandingkan biaya produksi, kualitas, dan efisiensi dari masing-masing alternative.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu :

1. **Untuk owner**, bermanfaat untuk memberikan pilihan terbaik untuk meningkatkan tingkat efisiensi dari pembangunan.
2. **Untuk perencana**, bermanfaat untuk memberikan informasi untuk bahan alternative terbaik untuk pengkajian ulang perencanaan proyek.

3. **Untuk pelaksana**, bermanfaat untuk memberikan solusi penghematan biaya dari proyek pembangunan peningkatan jalan yang tentunya sangat dibutuhkan seorang pelaksana.
4. **Untuk penulis**, mendapat pengetahuan luar biasa tentang Value Engineering yang nantinya sangat berguna di dunia pekerjaan.

1.6 **Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan untuk penelitian seperti berikut :

1. **BAB I PENDAHULUAN**, pada bab ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai penelitian yang akan di teliti seperti :
 - Latar belakang
 - Rumusan masalah
 - Batasan masalah
 - Tujuan dan manfaat
 - Sistematika penulisan
2. **BAB II LANDASAN TEORI**
 - Sejarah Value Engineering
 - Definisi Value Engineering
 - Rencana Kerja Value Engineering
3. **BAB III METODE PENELITIAN**
 - Gambaran Umum Lokasi Penelitian

- Tahapan perencanaan
- Bagan Alir Penelitian

4. BAB IV PEMBAHASAN

- Tahap Informasi
- Tahap Kreatif
- Tahap Evaluasi
- Tahap Pengembangan
- Tahap Persentase

5. BAB V PENUTUP

- Kesimpulan
- Saran

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sejarah Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Chandra (1986) value engineering methodology muncul pada perang dunia ke II yaitu antara 1939 sampai tahun 1945. Pada saat perang dunia ke II, kebutuhan akan logam meningkat sedangkan persediaan terbatas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Lawrence Miles, Bapak dari Value Analysis Engineer melakukan analisis fungsi. Analisis fungsi yaitu mencari hal sebagai pengganti yang memberikan penampilan yang sama atau lebih baik dengan biaya terendah.

Pada tahun 1945, Biro perkapalan angkatan laut U.S.A mengimplementasikan untuk pertama kalinya Value Engineering dibidang pengadaan. Tahun 1963, Value Engineering mulai dimanfaatkan dibidang konstruksi, yaitu oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. Tahun 1964, Secretary Robert S. Mc Namara memperluas Cost Reduction Program, maka Pemerintah Amerika Serikat mulai memanfaatkan keuntungan-keuntungan penggunaan Value Engineering Program sebagai usaha meningkatkan manajemen. Tahun 1972, Department Of Public Building Services mengembangkan Value Engineering secara luas dan diharuskan bagi Construction Management Services. Tahun 1975, Environmental Protection Agency (E.P.A) mengharuskan penggunaan Value Engineering. Selanjutnya Value Engineering diterapkan diberbagai Negara.

Perkembangan Value Engineering (VE) sejak Perang Dunia II telah menunjukkan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas proyek. Di Eropa, regulasi seperti Utilities Directive telah

mendorong penerapan VE dalam pengadaan publik (European Commission, 2014). Sementara itu, di Amerika Serikat, Institute of Cost Engineering telah mengembangkan standar yang komprehensif untuk pelaksanaan VE (ICE, 2023). Di Indonesia, SNI juga telah mengintegrasikan prinsip-prinsip VE dalam standar manajemen proyek, menunjukkan komitmen pemerintah untuk mengadopsi praktik terbaik dalam industri konstruksi.

Sejak diperkenalkan pada era Perang Dunia II, Value Engineering (VE) telah berkembang pesat dan diakui sebagai alat penting dalam pengelolaan proyek dan pengadaan barang. Di berbagai negara, penerapan VE telah menunjukkan hasil yang positif dalam hal efisiensi biaya dan efektivitas proyek.

Di Eropa, misalnya, regulasi seperti Utilities Directive mendorong penerapan VE dalam pengadaan publik untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi. Dengan adanya kebijakan ini, banyak negara Eropa telah mengadopsi VE dalam proses pengadaan barang dan jasa, serta dalam proyek-proyek konstruksi untuk memastikan nilai terbaik bagi uang yang dikeluarkan.

Di Amerika Serikat, VE telah diperluas melalui pengembangan standar yang komprehensif oleh Institute of Cost Engineering. Standar ini memberikan panduan yang jelas tentang cara mengimplementasikan VE dalam berbagai jenis proyek, dari konstruksi hingga manufaktur, untuk mencapai hasil yang optimal. Institute of Cost Engineering juga berperan dalam pelatihan profesional dan penyebaran praktik VE di industri.

Di Indonesia, komitmen terhadap Value Engineering tercermin dalam integrasi prinsip-prinsip VE dalam standar manajemen proyek oleh SNI (Standar Nasional Indonesia). Pemerintah dan berbagai lembaga terkait telah mendukung penerapan VE sebagai bagian dari usaha untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proyek konstruksi. Ini termasuk penilaian dan evaluasi

proyek yang lebih cermat, serta penggunaan metode VE untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak perlu tanpa mengorbankan kualitas atau kinerja.

Secara keseluruhan, perkembangan VE menunjukkan dampak yang signifikan dalam pengelolaan proyek di berbagai belahan dunia. Dengan terus mengadaptasi dan menerapkan prinsip-prinsip VE, berbagai negara dapat memastikan bahwa proyek-proyek mereka dilaksanakan dengan biaya yang lebih rendah namun tetap berkualitas tinggi, memenuhi tujuan fungsional, dan memberikan nilai optimal.

2.2 Pengertian Value Engineering

Value Engineering adalah suatu evaluasi sistematis dari desain teknik suatu proyek untuk mendapatkan nilai tertinggi untuk setiap dolar yang dikeluarkan. Selanjutnya Value Engineering mengkaji dan memikirkan berbagai komponen kegiatan seperti pengadaan, manufaktur dan konstruksi serta kegiatan lain dalam hubungan antara biaya dan fungsi, dengan tujuan untuk memperoleh pengurangan biaya proyek secara keseluruhan. (*ER Fisk 1982*)

Value Engineering merupakan sebuah proses pembuatan keputusan berbasis tim yang sistematis dan berbasis tim yang sistematis dan terstruktur. Value Engineering bertujuan untuk mencapai nilai terbaik (best value) sebuah proyek atau proses dengan mendefinisikan fungsi yang diperlukan untuk mencapai sasaran nilai (value) dan menyediakan fungsi-fungsi tersebut dengan biaya (biaya hidup keseluruhan atau penggunaan sumber daya) konsisten dengan kualitas dan kinerja yang diisyaratkan (*Hammersley.2002*)

Miles (1972): "Value analysis adalah suatu sistem yang secara lengkap digunakan untuk mengidentifikasi dan berhubungan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi biaya maupun usaha dalam suatu produk, proses ataupun pelayanan." Pendekatan Miles ini menekankan pada analisis menyeluruh terhadap semua faktor yang berkontribusi pada biaya suatu produk atau proyek.

Society of American Value Engineers (SAVE): "Value Engineering adalah suatu proses sistematis yang berfokus pada fungsi suatu produk atau sistem dengan tujuan untuk mencapai fungsi yang diperlukan dengan biaya serendah mungkin, tanpa mengorbankan atau mengurangi kualitas, fungsi dan estetika." Definisi dari SAVE ini menyoroti aspek fungsionalitas dan optimasi biaya dalam VE.

Zimmerman (1982), menjelaskan pengertian rekayasa nilai dalam bentuk lain yaitu :

1. **Rekayasa nilai bukan pemotongan biaya:** Rekayasa nilai merupakan upaya penghematan dengan tetap menjaga kualitas dan mutu. Rekayasa nilai tidak mengurangi biaya harga satuan dan tidak mengorbankan mutu dan kualitas.
2. **Rekayasa nilai bukan peninjauan kembali desain:** Rekayasa nilai tidak meninjau kembali desain dan menghitung ulang perhitungan yang telah dilakukan perencana.
3. **Rekayasa nilai bukan suatu keharusan mengerjakan semua desain:** Perencana mempunyai keterbatasan waktu sehingga tidak semua desain dicari alternative perbandingannya.

Secara keseluruhan, Value Engineering merupakan metode yang dirancang untuk memastikan bahwa setiap proyek atau produk mendapatkan nilai terbaik dengan memaksimalkan fungsi dan mengoptimalkan biaya. Proses ini melibatkan evaluasi dan pengoptimalan yang terstruktur, dengan tujuan akhir mencapai efisiensi biaya sambil mempertahankan standar kualitas yang tinggi.

2.3 Persamaan Nilai dalam Value Engineering

Persamaan Nilai dalam Value Engineering (VE) adalah konsep fundamental yang digunakan untuk mengukur efisiensi dari suatu proyek atau produk. Nilai dalam VE tidak hanya terkait dengan biaya, tetapi juga dengan fungsi yang diberikan oleh elemen-elemen proyek tersebut. Persamaan ini membantu mengidentifikasi cara terbaik untuk mencapai tujuan proyek dengan biaya yang paling efektif.

Persamaan Nilai:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Fungsi}}{\text{Biaya}}$$

Dimana :

- **Fungsi:** Ini adalah tujuan atau tugas yang harus dipenuhi oleh suatu proyek, produk, atau sistem. Fungsi dapat bersifat dasar (fungsi utama yang harus dicapai) atau sekunder (fungsi tambahan yang mendukung fungsi utama).

- **Biaya:** Ini adalah total biaya yang diperlukan untuk mencapai fungsi tersebut. Biaya tidak hanya mencakup uang, tetapi juga bisa mencakup sumber daya lain seperti waktu, tenaga kerja, atau material

2.3.1 Tujuan dalam Value Engineering

Meningkatkan Nilai: Tujuan utama dalam VE adalah meningkatkan nilai dengan memaksimalkan fungsi atau mengurangi biaya tanpa mengorbankan kualitas.

Optimasi Fungsi dan Biaya: Dengan memanfaatkan persamaan ini, tim VE berusaha untuk mempertahankan atau meningkatkan fungsi sambil mencari cara untuk mengurangi biaya yang tidak perlu.

Misalnya, dalam proyek peningkatan jalan:

- **Fungsi:** Meningkatkan kualitas dan keamanan jalan.
- **Biaya:** Total biaya konstruksi, material, dan tenaga kerja.

Jika metode konstruksi baru atau material yang lebih murah dapat digunakan tanpa mengurangi kualitas atau keamanan jalan, nilai proyek akan meningkat. Ini berarti proyek tersebut menjadi lebih efisien, karena fungsi yang sama dicapai dengan biaya yang lebih rendah.

2.3.2 Pentingnya Persamaan Nilai:

Evaluasi Alternatif: Persamaan ini memungkinkan evaluasi berbagai alternatif solusi untuk menemukan yang paling efisien.

Pengambilan Keputusan: Membantu dalam pengambilan keputusan yang didasarkan pada perbandingan antara manfaat yang diperoleh (fungsi) dan biaya yang dikeluarkan.

Optimalisasi Proyek: Persamaan ini digunakan untuk memastikan bahwa proyek tidak hanya hemat biaya tetapi juga memenuhi tujuan fungsionalnya dengan optimal.

Dengan memahami dan menerapkan persamaan nilai ini, Value Engineering membantu tim proyek mencapai tujuan mereka dengan cara yang paling efisien dan ekonomis.

2.4 Rencana Kerja Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Rencana kerja adalah sebuah dokumen yang berisi rangkaian kegiatan yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu dalam kurun waktu tertentu. Dokumen ini berfungsi sebagai pedoman atau panduan dalam pelaksanaan suatu proyek, program, atau kegiatan. Rencana kerja yang baik akan memberikan gambaran yang jelas tentang apa yang ingin dicapai, bagaimana cara mencapainya, siapa yang bertanggung jawab, dan sumber daya apa yang dibutuhkan.

Soesanto (2010): "Rencana kerja adalah suatu uraian yang sistematis mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan." (hal. 25)

Handoko (2016): "Rencana kerja merupakan blueprint atau cetak biru dari suatu kegiatan yang akan dilaksanakan. Di dalamnya tercantum secara

rinci langkah-langkah yang harus dilakukan, siapa yang bertanggung jawab, dan sumber daya apa yang dibutuhkan." (hal. 102)

Project Management Institute (PMI): "A project management plan is a formal document used to document the planning process. It describes how the project will be executed, monitored, controlled, and closed. The plan is created at the beginning of the project and is updated throughout the project as needed." (A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide), 6th ed.)

Rencana kerja didefinisikan sebagai sebuah pendekatan yang dilaksanakan secara berurutan untuk menjalankan sebuah studi Value Engineering, terdiri dari beberapa langkah atau fase. (SAVE, Standard 2007, dalam Berawi 2014).

1. **Tahap informasi:** Sumber-sumber informasi yang diperlukan pada tahap awal studi adalah yang diharapkan oleh analisis mengenai permasalahan proyek dan menetapkan fungsi proyek (Hunter & Kelly 2007, dalam Berawi 2014).
2. **Tahap Analisis:** Dalam Berawi (2014:92), aktivitas ini bertujuan untuk mencari fungsi-fungsi yang akan menjadi focus studi lebih lanjut. Tujuan ini dapat dicapai dengan cara menghitung indeks nilai (value index). Indeks ini mencerminkan teori dasar dari nilai dimana nilai (value) adalah hubungan antara biaya (cost) dan manfaat (worth).
3. **Tahap kreativitas:** Tahap ini menjawab pertanyaan tentang cara apa yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan, dan hal apa saja yang ditampilkan oleh fungsi yang diinginkan, Pada tahap ini juga dilakukan brainstorming (Berawi 2014).

4. **Tahap evaluasi:** Dalam proses ini berurusan dengan memilih dan mengambil keputusan terhadap pengembangan fungsi yang bias dilaksanakan, termasuk menganalisis biaya terhadap fungsinya. (Berawi, 2014).
5. **Tahap pengembangan:** Tahap ini bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut alternative – alternative yang terpilih dari tahap sebelumnya, dibuat program pengembangan idenya, sampai menjadi usulan yang lengkap (Berawi, 2014:60)
6. **Tahap persentasi:** Pada tahap ini akan mempresentasikan laporan studi Value Engineering secara tertulis yang merupakan representasi hasil-hasil kegiatan rencana kerja Value Engineering. (Berawi 2014).

2.5 Tujuan Value Engineering (Rekayasa Nilai)

Iman Soeharto (1995) Tujuan dilakukan analisa Value Engineering adalah untuk menghilangkan pekerjaan yang tidak diperlukan dan mencari alternative untuk memenuhi keperluan dengan biaya terendah tetapi dengan kinerja yang sama atau lebih baik. Diharapkan dari penerapan teknik nilai tersebut diperoleh penghematan diantaranya.

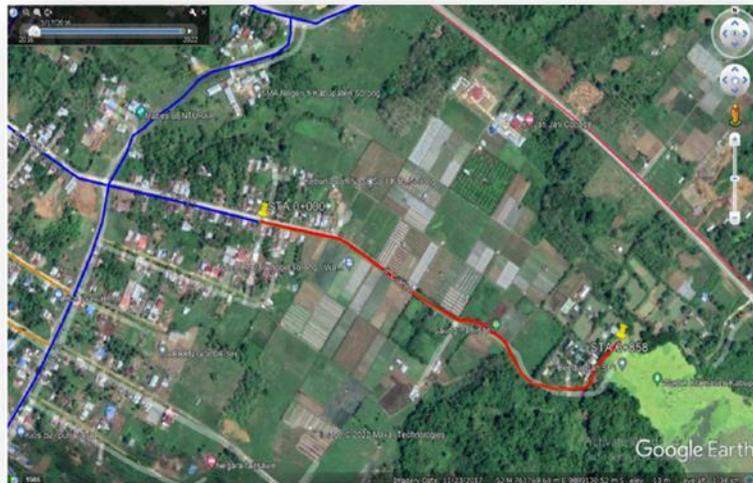
1. **Penghematan biaya:** dengan menerapkan teknik Value Engineering, diharapkan dapat menemukan alternatif solusi yang lebih efisien dan efektif dalam memenuhi fungsi–fungsi produk atau proyek, sehingga biaya produksi dapat ditekan tanpa mengorbankan kualitas atau kinerja produk atau proyek tersebut.

2. **Penghematan waktu:** penerapan teknik Value Engineering juga dapat membantu menghemat waktu dalam memproduksi produk atau menyelesaikan proyek, dengan menemukan alternative solusi yang lebih cepat dan efisien.
3. **Penghematan sumber daya:** teknik Value Engineering juga dapat membantu menghemat penggunaan sumber daya, seperti bahan bau, tenaga kerja, dan energy dengan menemukan alternatif solusi yang lebih efisien dalam memenuhi fungsi-fungsi produk atau proyek.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Jalan Cianjur Kabupaten Sorong. Jalan tersebut yang merupakan jalan akses menuju Bendungan yang merupakan salah satu tempat rekreasi di kabupaten tersebut. Panjang jalan 858.00 m, lebar jalan lama (bahu + perkerasan + bahu) 7.00 m, lebar rencana (bahu + perkerasan + bahu) 5.00 m.

3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif merupakan penelitian yang menggunakan data berbentuk angka atau statistik untuk mengukur, menganalisis, dan memahami fenomena yang dipelajari. Dikutip dari buku Metodologi Penelitian Kuantitatif Pendidikan

Jasmani (2018) karya Untung Nugroho, penelitian kuantitatif merupakan jenis penelitian yang sistematis, terencana, dan terstruktur.

3.3 Tahapan Perencanaan

Sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terstruktur, terencana dan sistematis maka dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan dalam penyelesaiannya :

1. **Tahap Informasi:** Tahap informasi ini merupakan tahap awal rencana kerja Value Engineering . Berdasarkan rencana Value Engineering, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah mengumpulkan informasi berupa data umum proyek. Dalam konteks penelitian ini informasi yang digunakan adalah desain rencana dan RAB. Berdasarkan informasi tersebut, tahapan rencana kerja VE dapat dilaksanakan dan kemudian dilanjutkan dengan mengidentifikasi item pekerjaan berbiaya tinggi dengan menggunakan beberapa teknik diantaranya :
 - a. Breakdown cost model
 - b. Distribusi pareto
2. **Tahap Kreatif:** Tahap kreatif bertujuan untuk memunculkan alternatif-alternatif yang akan digunakan dalam mengolah item yang berbiaya tinggi. Kemudian dari alternatif tersebut dapat dikaji dari beberapa aspek antara lain :
 - a. Bahan atau material
 - b. Metode pelaksanaan

3. **Tahap Evaluasi:** Pada tahap ini dilakukan analisis pada alternatif yang diajukan sehingga bisa didapatkan hasil dari segi biaya dan waktu, untuk dapat memberikan acuan dalam menentukan rekomendasi pada tahapan berikutnya.
4. **Tahap Pengembangan:** Tahap ini dilakukan dengan analisis Life Cycle Cost (LCC) yang berdasarkan pada analisis prediksi nilai uang terhadap waktu (value time of money) yang berdasarkan pada estimasi suku bunga (rate of interest) dan durasi umur rencana, dengan tujuan untuk mengetahui manfaat jangka panjang dari beberapa alternatif inovasi yang telah ditentukan. Menurut Berawi (2013) tujuannya adalah untuk menganalisis lebih lanjut alternatif yang terpilih dari tahapan sebelumnya.

Tabel 1. Contoh tabel life cycle cost

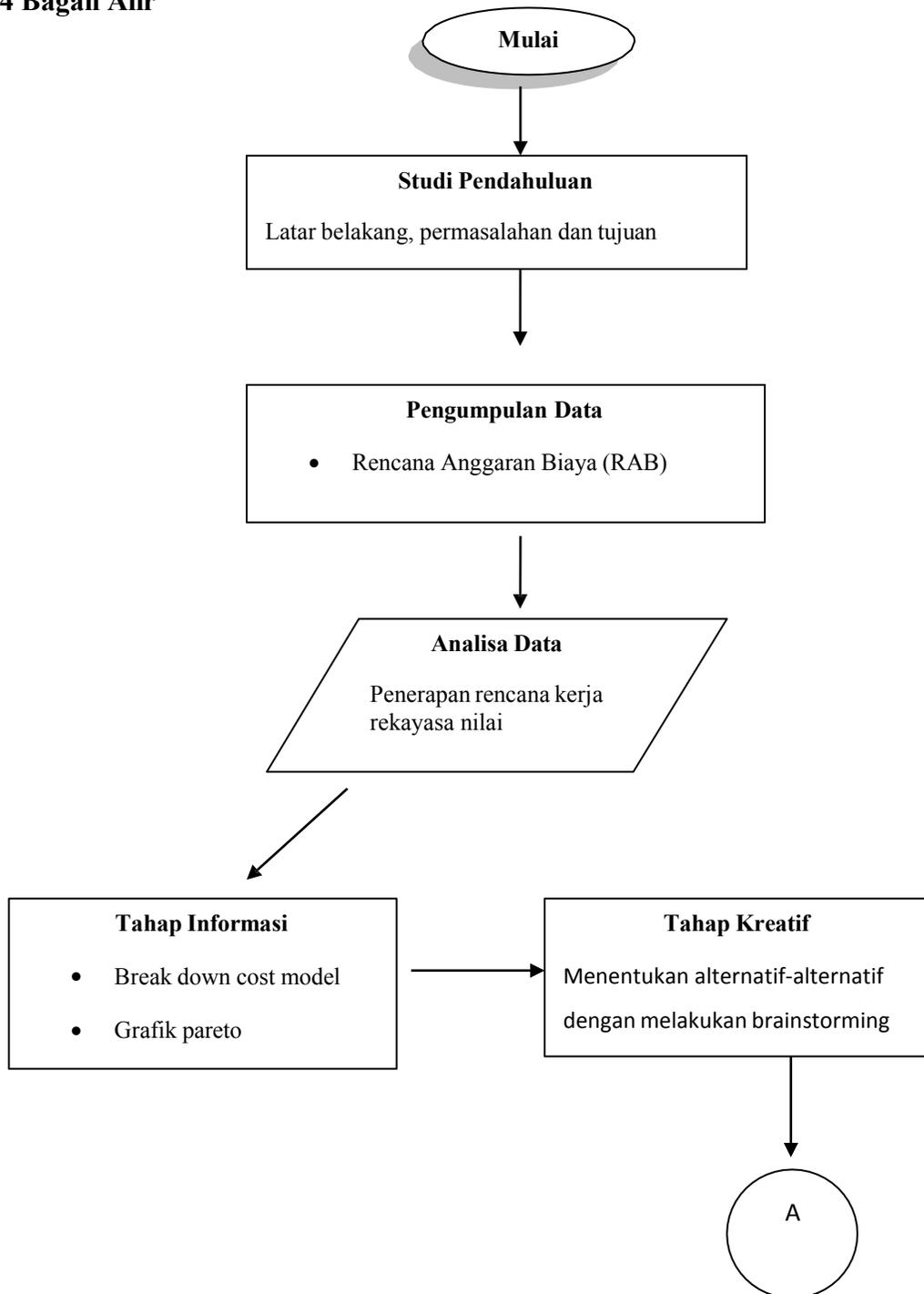
present value	eksisting	alternatif
Biaya konstruksi		
faktor P/A (n=10,i=5%)		
annual operational cost		
present worth of annual operational cost		
faktor P/A (n=10,i=5%)		
annual maintenance cost		
present worth of annual maintenane cost		
Total cost present value		
saving		
percentage saving cost		

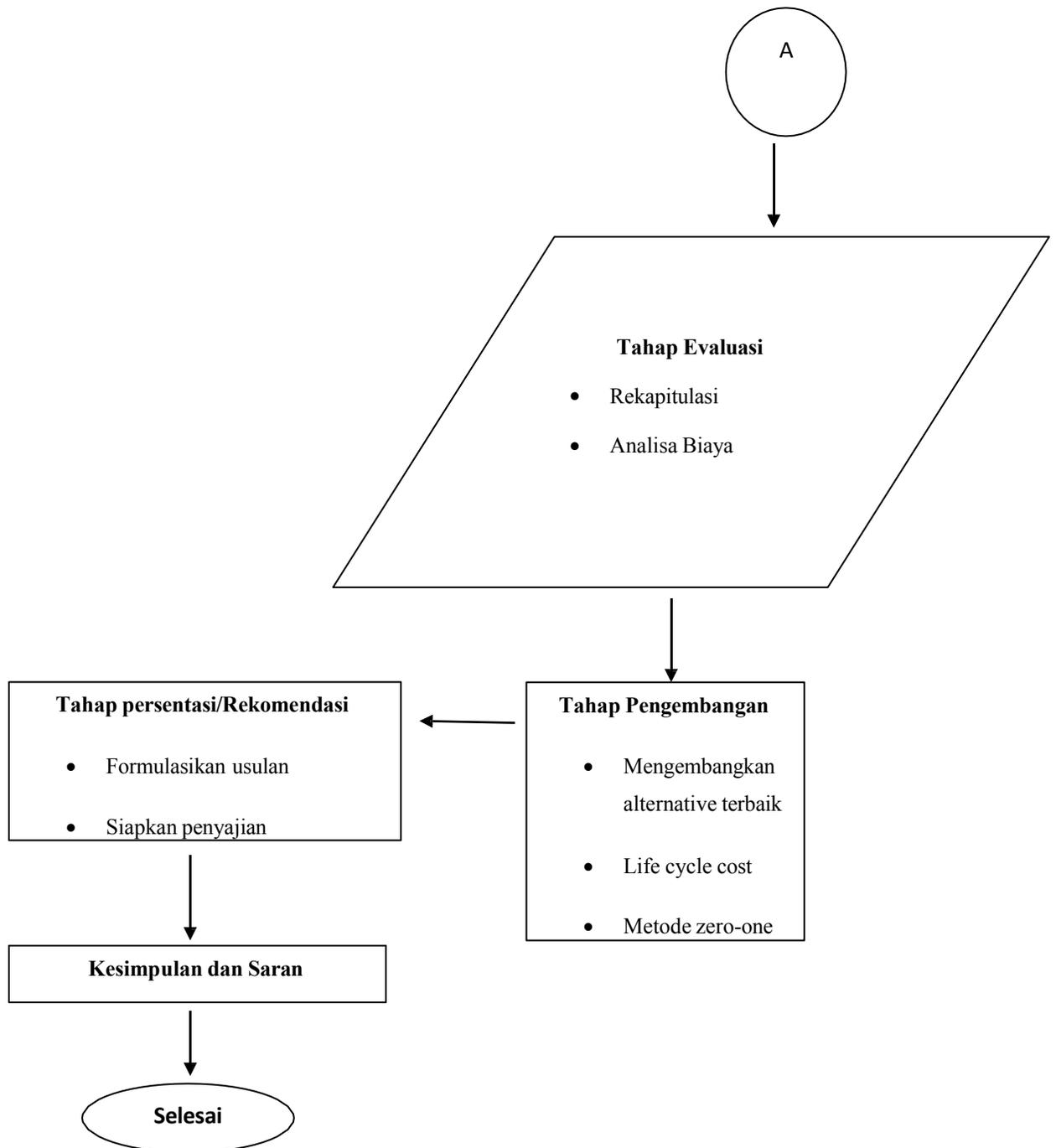
5. **Tahapan Persentasi/Rekomendasi:** Tahap rekomendasi berisi usulan alternatif yang direkomendasikan beserta dasar pertimbangan yang dilakukan. Tahap ini merupakan tahap penyajian dari hasil analisis pengambilan keputusan secara keseluruhan yang kemudian diserahkan kepada pihak-pihak yang berotoritas dalam pengambilan keputusan dari alternatif VE tersebut.

Tabel 3.2. Contoh tabel persentase

Nama Proyek :	
Lokasi :	
Item :	
Perencanaan awal	
Alternatif terpilih	
Dasar Pertimbangan	
Biaya Awal	
Biaya setelah usulan	
Penghematan	
Persentase penghematan yang terjadi adalah	

3.4 Bagan Alir





BAB IV

PENERAPAN VALUE ENGINEERING

4.1 Tahap Informasi

Pada tahap informasi dilakukan pengumpulan data-data terkait berupa RAB yang kemudian diolah dengan menggunakan teknik breakdown cost model, grafik pareto dan analisis fungsi. Pada proyek peningkatan Jalan Cianjur Kabupaten Sorong ini terdapat 6 item pekerjaan. Pekerjaan yang dimaksud terdapat pada tabel berikut.

Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam menjalankan tahap informasi, diantaranya sebagai berikut :

1. Break Down Cost Model dan Grafik Pareto
 - a. Break Down Cost Model (Senduk,2013) adalah suatu analisis untuk menggambarkan distribusi biaya dari item pekerjaan suatu elemen bangunan. Cost Model (Dell'Isola, 1975) adalah alat untuk menyatukan dan memecah biaya total fasilitas kedalam unit-unit fungsi sehingga lebih mudah dianalisis. Keuntungan dari membentuk Cost Model adalah meningkatkan kejelasan biaya, memperjelas area dengan biaya tinggi, membantu menentukan pekerjaan yang berpotensi untuk direkayasa nilainya serta menentukan dasar untuk pembandingan alternatif.
 - b. Grafik Pareto: Untuk mengetahui informasi pekerjaan yang ingin dilakukan value engineering. Menurut Chandra (2014) dan Armando (2015), salah satu cara untuk menentukan lingkup pekerjaan analisis VE adalah dengan menggunakan hukum distribusi pareto. Menurut hukum distribusi pareto (Pareto's Law Distribution Vilfredo Pareto,

1848-1923 Italian Political Economist and Engineer) 20% dari bagian penting dari suatu item atau sistem akan mewakili 80% dari biaya seluruhnya. Dengan menyusun item secara berurutan dari biaya yang tertinggi ke terendah dalam bentuk breakdown cost model, lalu diplotkan ke dalam kurva hubungan biaya item dan biaya kumulatif item dan tentukan garis batas 80% biaya untuk menentukan sasaran studi.

Tabel 4.1. Uraian Item Pekerjaan

NO	Item Pekerjaan	Jumlah Harga Pekerjaan (rupiah)
1	Pekerjaan Umum	91.699.625,00
2	Pekerjaan Drainase	446.681.909,77
3	Pekerjaan Tanah dan Geosintetik	265.869.658,77
4	Perkerasan Berbutir	2.948.696.950,06
5	Pekerjaan Struktur	906.628.051,86
6	Pekerjaan pemeliharaan	131.595.037,87
	Total Rencana anggaran termasuk PPN 11%	5.318.200.000,00

Dari tabel ini kita mengetahui bahwa Proyek konstruksi ini mencakup berbagai jenis pekerjaan, mulai dari pekerjaan umum, drainase, pekerjaan tanah dan geosintetik, hingga pekerjaan pemeliharaan. Setiap kategori pekerjaan telah dianggarkan dengan detail, menghasilkan total rencana anggaran sebesar Rp 5.318.200.000,00, termasuk Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 11%.

Pekerjaan Perkerasan Berbutir memiliki alokasi anggaran terbesar, yaitu Rp 2.948.696.950,06, yang menunjukkan bahwa pekerjaan ini merupakan komponen utama dalam proyek ini. Sebaliknya, Pekerjaan Umum dan Pekerjaan Pemeliharaan memiliki alokasi anggaran terkecil, yang mengindikasikan bahwa mereka merupakan bagian pendukung atau pelengkap dari proyek keseluruhan.

Secara keseluruhan, tabel ini memberikan gambaran yang jelas tentang bagaimana anggaran proyek dialokasikan, memungkinkan manajemen proyek untuk memantau pengeluaran dan memastikan bahwa proyek berjalan sesuai anggaran yang direncanakan.

Tabel 4.2. Hasil break down cost model

N O	URAIAN PEKERJA AN	BIAYA	KUMULATI F	PERSENTA SE	%KUMULA TIF
1	Pekerasan Berbutir Dan Perkerasan	2.948.696.950,06	2.948.696.950,06	12%	12%

	Beton Semen				
2	Struktur	906.628.051,8 6	3.855.325.001, 92	4%	15%
3	Drainase	446.681.909,7 7	4.302.006.911, 69	2%	17%
4	Pekerjaan Tanah Dan Geosintetik	265.869.658,7 7	4.567.876.570, 46	1%	18,2%
5	Pekerjaan Pemeliharaan Kinerja	131.595.037,8 7	4.699.471.608, 33	1%	18,7%
6	Umum	91.699.625,00	4.791.171.233, 33	0,36%	19%
			25.164.548.27 5,77		100%

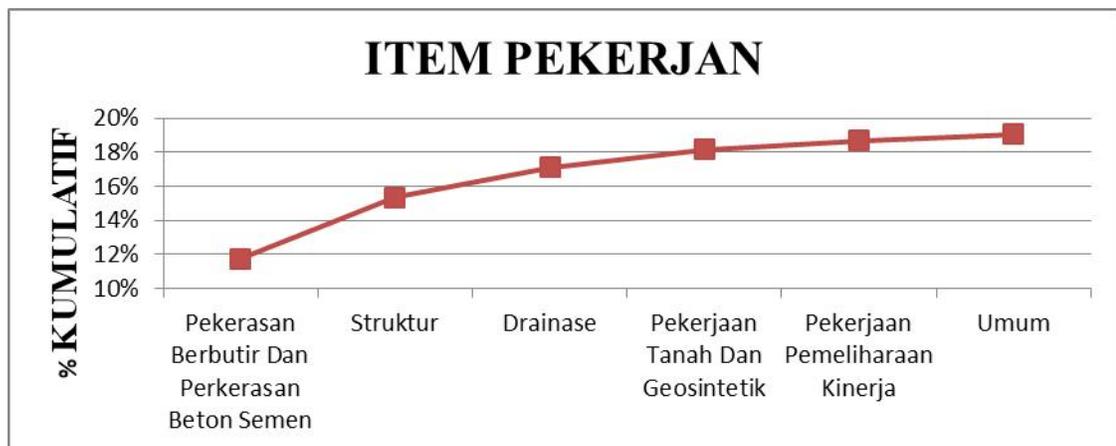
Dari tabel ini dapat disimpulkan:

1. Sebagian besar anggaran proyek dialokasikan untuk pekerjaan struktural utama seperti perkerasan berbutir, perkerasan beton, dan struktur, yang mencakup 15% dari keseluruhan anggaran.
2. Komponen-komponen lainnya seperti drainase dan pekerjaan tanah lebih mendukung, dengan alokasi anggaran yang lebih kecil.

- Pengeluaran terbesar dikhususkan untuk pekerjaan yang memerlukan bahan dan pengerjaan yang intensif, memastikan fondasi yang kuat dan struktur yang tahan lama.

Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan distribusi anggaran yang fokus pada elemen-elemen penting dari proyek konstruksi untuk memastikan kualitas dan ketahanan jangka panjang dari hasil akhir.

Gambar 2. Grafik distribusi Pareto pada Item pekerjaan



Pada break down cost model (*tabel 4.2*) dan grafik pareto (*Gambar 2*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen.

Tabel 4.3. *Uraian Sub Item Pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen*

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton	2.102.836.507,20
2	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	845.860.442,86
	TOTAL	2.948.696.950,06

Dari tabel ini kita mengetahui bahwa :

- Pekerjaan Perkerasan Beton Semen memerlukan alokasi anggaran terbesar, mencerminkan pentingnya dan kompleksitas pengerjaan ini dalam proyek.
- Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus adalah komponen penting tetapi dengan biaya yang lebih kecil dibandingkan perkerasan beton semen.
- Total anggaran menunjukkan komitmen signifikan terhadap pekerjaan perkerasan, yang penting untuk kekuatan dan stabilitas proyek konstruksi.

Tabel 4.4. Hasil breakdown cost model pada sub item pekerjaan perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen

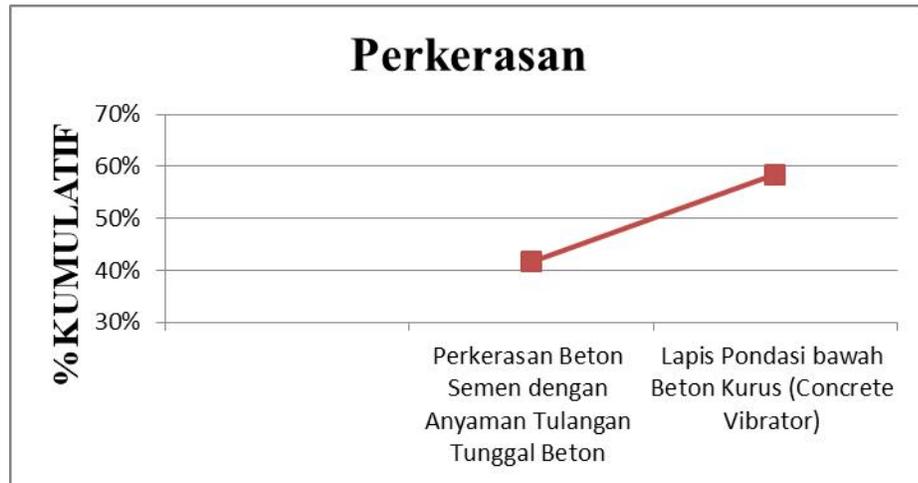
NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton	2.102.836.507,20	2.102.836.507,20	42%	42%
2	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	845.860.442,86	2.948.696.950,06	17%	58%
	TOTAL		5.051.533.457,26		100%

Kesimpulan dari tabel ini adalah sebagai berikut:

- Perkerasan Beton Semen adalah komponen paling mahal dan penting dari proyek, mencakup 42% dari total biaya kumulatif.
- Lapis Pondasi Bawah juga merupakan bagian penting, meskipun dengan biaya yang lebih rendah, menyumbang 17% dari total.
- Total biaya dari kedua pekerjaan ini mencakup sebagian besar anggaran proyek, menunjukkan fokus utama pada pekerjaan perkerasan dan pondasi.

Tabel ini memperlihatkan distribusi anggaran yang signifikan pada pekerjaan perkerasan dan pondasi, yang merupakan elemen kunci untuk keberhasilan proyek konstruksi.

Gambar 3. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen



Pada break down cost model (*tabel 4.4*) dan grafik pareto (*Gambar 3*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah Perkerasan beton semen dengan anyaman tulangan tunggal beton.

Tabel 4.5. uraian sub item pekerjaan struktur

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	beton struktur, fc'20 Mpa	7.695.832,63
2	baja tulangan, polos - BjTP 280	6.651.123,54
3	Pasangan Batu	892.281.095,69
	Total	906.628.051,86

Tabel 4.6. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan struktur

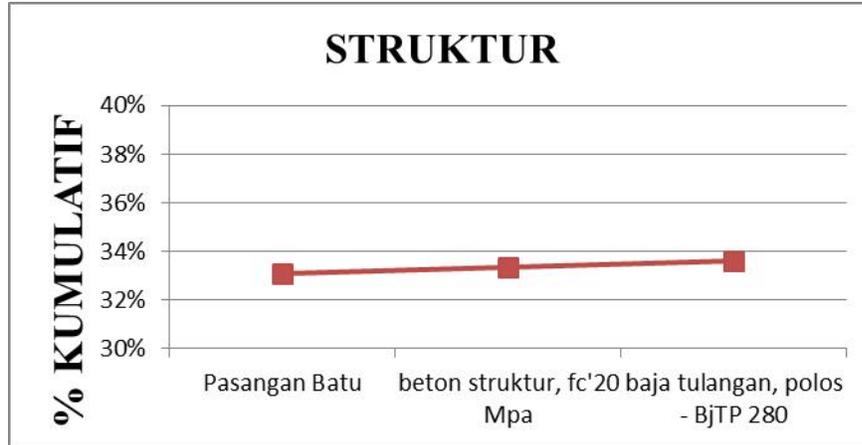
NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Pasangan Batu	892.281.095,69	892.281.095,69	33%	33%
2	beton struktur, fc'20 Mpa	7.695.832,63	899.976.928,32	0,3%	33%
3	baja tulangan, polos - BjTP 280	6.651.123,54	906.628.051,86	0,2%	34%
			2.698.886.075,86		100%

Isi tabel tersebut menjelaskan bahwa

- Pasangan Batu merupakan bagian terbesar dari anggaran, menandakan prioritas dan intensitas kerja di bidang ini.
- Beton Struktur dan Baja Tulangan memiliki biaya yang jauh lebih kecil, tetapi tetap penting untuk konstruksi.
- Total biaya kumulatif untuk ketiga item ini mencerminkan proporsi kecil dari total anggaran proyek yang disebutkan.

Tabel ini menggambarkan bahwa sebagian besar anggaran dialokasikan untuk pekerjaan pasangan batu, sementara beton struktur dan baja tulangan memiliki proporsi biaya yang lebih kecil, meskipun tetap penting untuk keseluruhan proyek konstruksi.

Gambar 4. Grafik distribusi Pareto pada pekerjaan struktur



Pada break down cost model (*tabel 4.6*) dan grafik pareto (*Gambar 4*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pekerjaan pasangan batu.

Tabel 4.7. Uraian sub item pekerjaan drainase

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	8.887.192,53
2	Pasangan Batu dengan Mortar	437.794.717,25
	TOTAL	446.681.909,78

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan drainase dan saluran air adalah Rp 446.681.909,78. Dari jumlah tersebut, Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air menyumbang Rp 8.887.192,53, sementara Pasangan Batu dengan Mortar menyumbang Rp 437.794.717,25. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar anggaran dialokasikan untuk pasangan batu, yang merupakan

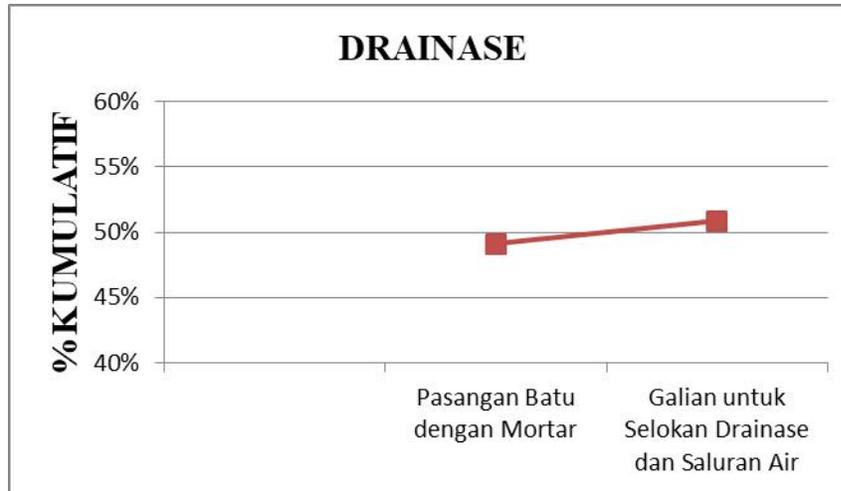
komponen utama dalam sistem drainase dan saluran air, sementara biaya galian merupakan bagian yang jauh lebih kecil dari total anggaran.

Tabel 4.8. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan drainase

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Pasangan Batu dengan Mortar	249.115.340,35	249.115.340,35	49%	49%
2	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	8.887.192,53	258.002.532,88	2%	51%
			507.117.873,23		100%

Dari tabel anggaran ini kita mengetahui bahwa total biaya untuk pekerjaan drainase dan saluran air adalah Rp 507.117.873,23. Dari total tersebut, Pasangan Batu dengan Mortar menyumbang biaya terbesar yaitu Rp 249.115.340,35, yang mencakup 49% dari total biaya kumulatif. Sebaliknya, Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air memiliki biaya yang jauh lebih kecil sebesar Rp 8.887.192,53, menyumbang hanya 2% dari total biaya kumulatif. Ini menunjukkan bahwa pekerjaan pasangan batu adalah komponen utama dari anggaran, sedangkan pekerjaan galian adalah bagian yang lebih kecil tetapi tetap penting untuk pelaksanaan sistem drainase.

Gambar 5. Grafik distribusi Pareto pada pekerjaan drainase



Pada break down cost model (*tabel 4.8*) dan grafik pareto (*Gambar 5*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pekerjaan pasangan batu dengan mortar.

Tabel 4.9. Uraian sub item pekerjaan tanah dan geosintetik

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Galian Biasa	26.653.103,70
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian (include Bahu)	228.020.924,88
3	Penyiapan Badan Jalan	11.195.630,16
	Total	265.869.658,74

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan tanah dan geosintetik adalah Rp 265.869.658,74. Dari total tersebut, Timbunan Pilihan dari Sumber Galian (include Bahu) adalah komponen terbesar dengan biaya Rp 228.020.924,88. Galian Biasa menyumbang biaya Rp 26.653.103,70, dan Penyiapan Badan Jalan memiliki biaya Rp 11.195.630,16. Ini menunjukkan bahwa timbunan pilihan dari sumber galian adalah bagian dominan dari anggaran, sedangkan galian biasa dan penyiapan badan jalan masing-masing memiliki proporsi yang lebih kecil.

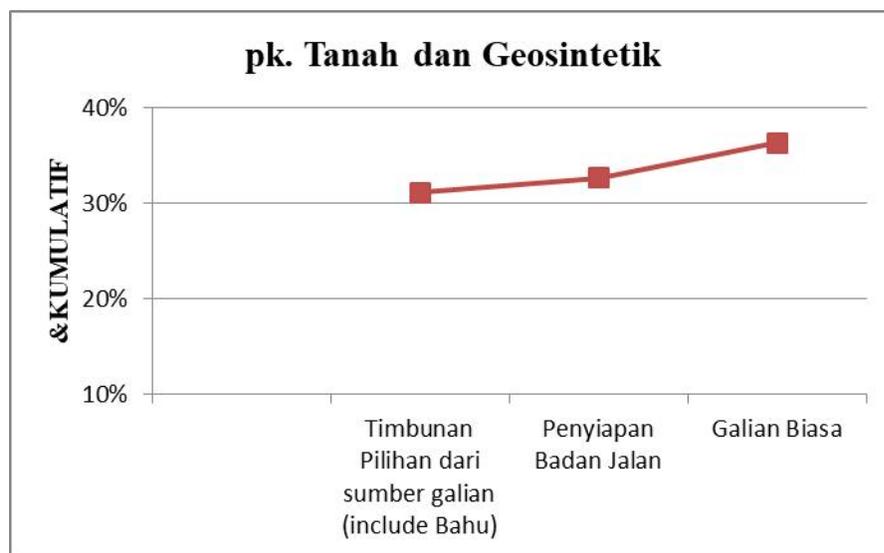
***Tabel 4.10.** Hasil breakdown cost model pada pekerjaan tanah dan geosintetik*

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Timbunan Pilihan dari sumber galian (include Bahu)	228.020.924,88	228.020.924,88	31%	31%
2	Penyiapan Badan Jalan	11.195.630,16	239.216.555,04	2%	33%
3	Galian Biasa	26.653.103,70	265.869.658,74	4%	36%
			733.107.138,66		100%

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan tanah dan geosintetik adalah Rp 733.107.138,66. Dari total tersebut, Timbunan Pilihan dari Sumber Galian (include Bahu) memiliki biaya terbesar yaitu Rp 228.020.924,88, menyumbang 31% dari total biaya kumulatif. Penyiapan Badan Jalan menyumbang Rp 11.195.630,16, yang setara dengan 2% dari total, sementara

Galian Biasa memerlukan biaya Rp 26.653.103,70, atau 4% dari total biaya kumulatif. Ini menunjukkan bahwa timbunan pilihan adalah komponen utama dari anggaran, sedangkan penyiapan badan jalan dan galian biasa masing-masing memiliki kontribusi yang lebih kecil terhadap total biaya.

Gambar 6. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan tanah dan geosintetik



Pada break down cost model (*tabel 4.10*) dan grafik pareto (*Gambar 5*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian (include bahu).

Tabel 4.11. Uraian sub item pekerjaan pemeliharaan pekerja

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Pembersihan Drainase	13.876.145,13
2	Pengendalian Tanaman	

		117.718.892,74
		131.595.037,87

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan pemeliharaan adalah Rp 131.595.037,87. Dari total tersebut, Pembersihan Drainase memerlukan biaya Rp 13.876.145,13, sementara Pengendalian Tanaman memerlukan biaya Rp 117.718.892,74. Ini menunjukkan bahwa pengendalian tanaman adalah komponen biaya terbesar dalam pekerjaan pemeliharaan, sedangkan pembersihan drainase menyumbang proporsi yang lebih kecil dari total biaya.

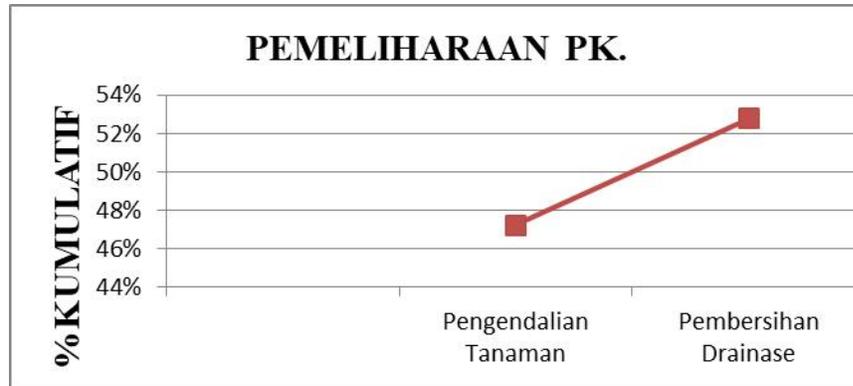
***Tabel 4.12.** Hasil breakdown cost model pada pekerjaan pemeliharaan pekerja*

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Pengendalian Tanaman	117.718.892,74	117.718.892,74	47%	47%
2	Pembersihan Drainase	13.876.145,13	131.595.037,87	6%	53%
			249.313.930,61		100%

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan pemeliharaan adalah Rp 249.313.930,61. Dari total tersebut, Pengendalian Tanaman adalah item dengan biaya terbesar, yaitu Rp 117.718.892,74, yang menyumbang 47% dari total biaya kumulatif. Pembersihan Drainase memiliki biaya Rp 13.876.145,13, menyumbang 6% dari total biaya kumulatif. Secara keseluruhan, pengendalian

tanaman merupakan komponen utama dari anggaran pemeliharaan, sementara pembersihan drainase menyumbang proporsi yang lebih kecil.

Gambar 7. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan pemeliharaan pekerja



Pada break down cost model (tabel 4.12) dan grafik pareto (Gambar 7) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pekerjaan pengendalian tanaman.

Tabel 4.13. Uraian sub item pada pekerjaan umum

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
1	Mobilisasi	73.049.625,00
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	18.650.000,00
	Total	91.699.625,00

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan umum adalah Rp 91.699.625,00. Dari total tersebut, Mobilisasi memerlukan biaya terbesar yaitu Rp 73.049.625,00, sementara Keselamatan dan Kesehatan Kerja memerlukan biaya Rp 18.650.000,00. Ini menunjukkan bahwa mobilisasi adalah komponen utama dari anggaran pekerjaan umum, sedangkan keselamatan dan

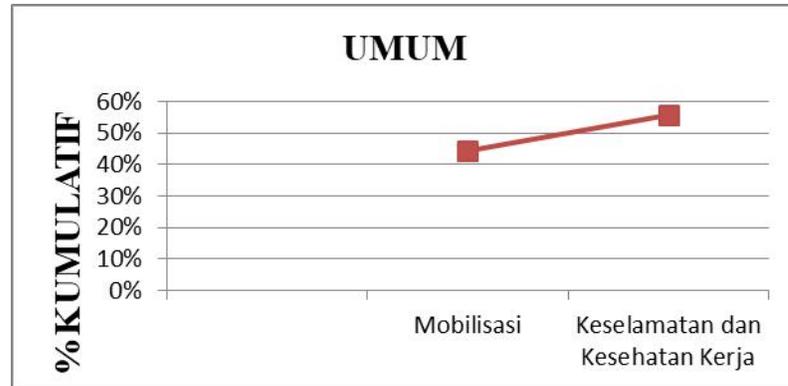
kesehatan kerja memiliki kontribusi yang lebih kecil namun tetap penting dalam proyek.

Tabel 4.14. Hasil breakdown cost model pada pekerjaan umum

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA	KUMULATIF	PERSENTASE	%KUMULATIF
1	Mobilisasi	73.049.625,00	73.049.625,00	44%	44%
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	18.650.000,00	91.699.625,00	11%	56%
			164.749.250,00		100%

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan umum adalah Rp 164.749.250,00. Dari total tersebut, Mobilisasi adalah komponen dengan biaya terbesar, yaitu Rp 73.049.625,00, yang menyumbang 44% dari total biaya kumulatif. Keselamatan dan Kesehatan Kerja memiliki biaya Rp 18.650.000,00, menyumbang 11% dari total biaya kumulatif. Secara keseluruhan, mobilisasi menyerap sebagian besar anggaran, sedangkan keselamatan dan kesehatan kerja menyumbang proporsi yang lebih kecil namun tetap penting dalam keseluruhan proyek.

Gambar 8. Grafik distribusi pareto pada pekerjaan umum



Pada break down cost model (*tabel 4.14*) dan grafik pareto (*Gambar 8*) diatas diketahui pekerjaan yang memiliki biaya tertinggi adalah pekerjaan mobilisasi.

Dari hasil breakdown cost model dan grafik pareto keseluruhan di peroleh item pekerjaan yang paling tinggi adalah pekerjaan perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen yaitu **Rp 2.948.696.950,06**.

2. Analisis fungsi (identifikasi biaya item pekerjaan yang tidak diperlukan)

Analisis fungsi merupakan bagian penting dalam rekayasa nilai karena pada bagian inilah yang membedakan rekayasa nilai dengan teknik-teknik penghematan biaya lainnya. Dalam analisis fungsi, item pekerjaan akan dikategorikan dengan kata kerja dan kata benda, dan kemudian diidentifikasi berdasarkan fungsi dasar atau fungsi sekunder. Untuk nilai, nilai nilai adalah biaya minimal untuk item pekerjaan tetapi fungsinya tetap dipenuhi, dan nilai biaya diperoleh dari rencana eksisiting. Dan langkah selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tukar dengan nilai primer atau yang sering dikenal dengan sebutan indeks nilai. Menurut (Sabrang, 1998) indeks nilai adalah perbandingan antara nilai tukar (Nt) atau harga barang atau jasa semula

dengan nilai primer (Np) atau harga barang atau jasa untuk komponen-komponen yang mendukung fungsi primer barang atau jasa tersebut. Dengan ketentuan sebagai berikut :

- a. $Nt/Np < 1$, maka value engineering tidak layak dilakukan, upaya akan mengalami kerugian.
- b. $Nt/Np = 1$, maka value engineering tidak layak dipertimbangkan untuk dilakukan, karena upaya akan break even (namun sesuai dengan kebutuhan penelitian)
- c. $Nt/Np > 1$, maka value engineering layak dipertimbangkan untuk dilakukan

Tabel 4.15. Analisa fungsi Pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen

No	Komponen	b/s	cost	worth
1	Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton	b	2.102.836.507,20	2.102.836.507,20
2	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	s	845.860.442,86	845.860.442,86
jumlah			2.948.696.950,06	2.948.696.950,06
c/w			1	

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk komponen perkerasan beton adalah Rp 2.948.696.950,06. Perkerasan Beton Semen

dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton menyumbang biaya sebesar Rp 2.102.836.507,20, sementara Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator) memerlukan biaya Rp 845.860.442,86. Jumlah biaya ini mencerminkan total biaya yang diperlukan untuk kedua komponen perkerasan, dan total tersebut sesuai dengan nilai keseluruhan yang tercantum, menunjukkan konsistensi antara biaya dan nilai yang dihitung.

Tabel 4.16. *Analisa fungsi Pekerjaan Struktur*

no	komponen	b/s	cost	worth
1	beton struktur, fc'20 Mpa	b	7.695.832,63	7.695.832,63
2	baja tulangan, polos - BjTP 280	s	6.651.123,54	
3	Pasangan Batu	b	892.281.095,69	892.281.095,69
	total		906.628.051,86	899.976.928,32
	c/w			1

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya yang tercatat untuk komponen struktur adalah Rp 906.628.051,86. Dari total tersebut, Beton Struktur, fc'20 Mpa memerlukan biaya sebesar Rp 7.695.832,63, Baja Tulangan, Polos - BjTP 280 memerlukan biaya sebesar Rp 6.651.123,54, dan Pasangan Batu memerlukan biaya sebesar Rp 892.281.095,69. Namun, total biaya yang dicatat adalah Rp 906.628.051,86, sedangkan total nilai (worth) yang tercatat adalah Rp 899.976.928,32. Perbedaan ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian antara total biaya yang tercatat dan nilai yang dihitung, yang perlu diperiksa lebih lanjut untuk memastikan akurasi anggaran.

Tabel 4.17. Analisa fungsi Pekerjaan Drainase

No	Komponen	b/s	cost	worth
1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	b	8.887.192,53	8.887.192,53
2	Pasangan Batu dengan Mortar	b	437.794.717,25	437.794.717,25
jumlah			446.681.909,78	446.681.909,78
c/w			1	

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk komponen drainase dan saluran air adalah Rp 446.681.909,78. Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air memerlukan biaya sebesar Rp 8.887.192,53, dan Pasangan Batu dengan Mortar memerlukan biaya sebesar Rp 437.794.717,25. Jumlah biaya dan nilai (worth) keduanya sama, yaitu Rp 446.681.909,78, menunjukkan bahwa biaya tercatat secara akurat sesuai dengan nilai keseluruhan yang dihitung.

Tabel 4.18. Analisa fungsi Pekerjaan tanah dan geosintetik

no	komponen	b/s	cost	worth
1	Galian Biasa	b	26.653.103,70	26.653.103,70
2	Timbunan Pilihan dari sumber galian (include Bahu)	s	228.020.924,88	228.020.924,88
3	Penyiapan Badan Jalan	b	11.195.630,16	11.195.630,16
total			265.869.658,74	265.869.658,74
c/w			1	

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk komponen pekerjaan tanah dan geosintetik adalah Rp 265.869.658,74. Galian Biasa memerlukan biaya sebesar Rp 26.653.103,70, Timbunan Pilihan dari Sumber Galian (include Bahu) memerlukan biaya Rp 228.020.924,88, dan Penyiapan Badan Jalan memerlukan biaya Rp 11.195.630,16. Jumlah biaya dan nilai (worth) keduanya sama, yaitu Rp 265.869.658,74, yang menunjukkan bahwa biaya tercatat secara akurat sesuai dengan nilai keseluruhan yang dihitung

Tabel 4.19 . Analisa fungsi Pekerjaan pemeliharaan kinerja

No	Komponen	b/s	cost	worth
1	Pembersihan Drainase	b	13.876.145,13	13.876.145,13
2	Pengendalian Tanaman	b	117.718.892,74	117.718.892,74
jumlah			131.595.037,87	131.595.037,87
c/w			1	

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan pemeliharaan adalah Rp 131.595.037,87. Pembersihan Drainase memerlukan biaya sebesar Rp 13.876.145,13, dan Pengendalian Tanaman memerlukan biaya Rp 117.718.892,74. Jumlah biaya dan nilai (worth) keduanya sama, yaitu Rp 131.595.037,87, menunjukkan bahwa biaya tercatat dengan akurat dan sesuai dengan nilai keseluruhan yang dihitung.

Tabel 4.20. Analisa fungsi Pekerjaan umum

No	Komponen	b/s	cost	worth
1	Mobilisasi	b	73.049.625,00	73.049.625,00
2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	b	18.650.000,00	
jumlah			91.699.625,00	73.049.625,00
c/w			1,255305897	

Kesimpulan dari tabel anggaran ini adalah bahwa total biaya untuk pekerjaan umum adalah Rp 91.699.625,00. Mobilisasi memerlukan biaya sebesar Rp 73.049.625,00, sedangkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja memerlukan biaya Rp 18.650.000,00. Namun, ada ketidaksesuaian antara total biaya yang tercatat (Rp 91.699.625,00) dan nilai yang dihitung (Rp 73.049.625,00). Perbedaan ini menghasilkan rasio c/w sebesar 1,255, yang menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam pencatatan atau perhitungan anggaran yang perlu diperiksa lebih lanjut untuk memastikan akurasi.

4.2 Tahap Kreatif

Tahap kreatif bertujuan untuk memunculkan alternatif-alternatif yang akan digunakan dalam mengolah item yang berbiaya tinggi.

Tabel 4.21. Alternatif pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen

Keterangan	Uraian
Eksisting	Perkerasan beton semen dengan anyaman tulangan tunggal beton Pelat beton (t : 30 cm), tulangan (wiremesh)

Alternatif 1	Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (plain concrete pavement) Tebal pelat (t = 30 cm)

Pada tabel diatas di sajikan satu item pekerjaan alternatif untuk pekerjaan perkerasan.

Tabel 4.22. Alternatif pekerjaan Drainase

Keterangan	Uraian
Eksisting	Pasangan batu dengan mortar lebar dalam
Alternatif 1	Beton precast U-ditch 60x80x120
Alternatif 2	Pipa HDPE (High Density Polyethylene) 600mm

Pada tabel diatas di sajikan dua item pekerjaan alternatif untuk pekerjaan drainase.

4.2.1 FAST (Function Analysis System Technique) Diagram

FAST Diagram adalah sebuah metode sistematis yang mengorganisasikan dan menampilkan hubungan antara berbagai fungsi dalam suatu proyek atau sistem. Fungsi-fungsi ini dipetakan secara logis untuk menunjukkan bagaimana mereka bekerja bersama-sama untuk mencapai tujuan akhir. FAST Diagram sering digunakan dalam Value Engineering (VE) untuk mengidentifikasi area di mana biaya dapat dikurangi atau efisiensi dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan fungsi utama.

a. Elemen Kunci dalam FAST Diagram:

- Fungsi Utama: Fungsi yang menjadi tujuan utama dari proyek atau sistem.
- Fungsi Pendukung: Fungsi-fungsi yang mendukung atau membantu mencapai fungsi utama.
- Hubungan Logis: Cara di mana fungsi-fungsi ini dihubungkan, menunjukkan urutan atau hirarki bagaimana setiap fungsi mendukung fungsi lainnya.

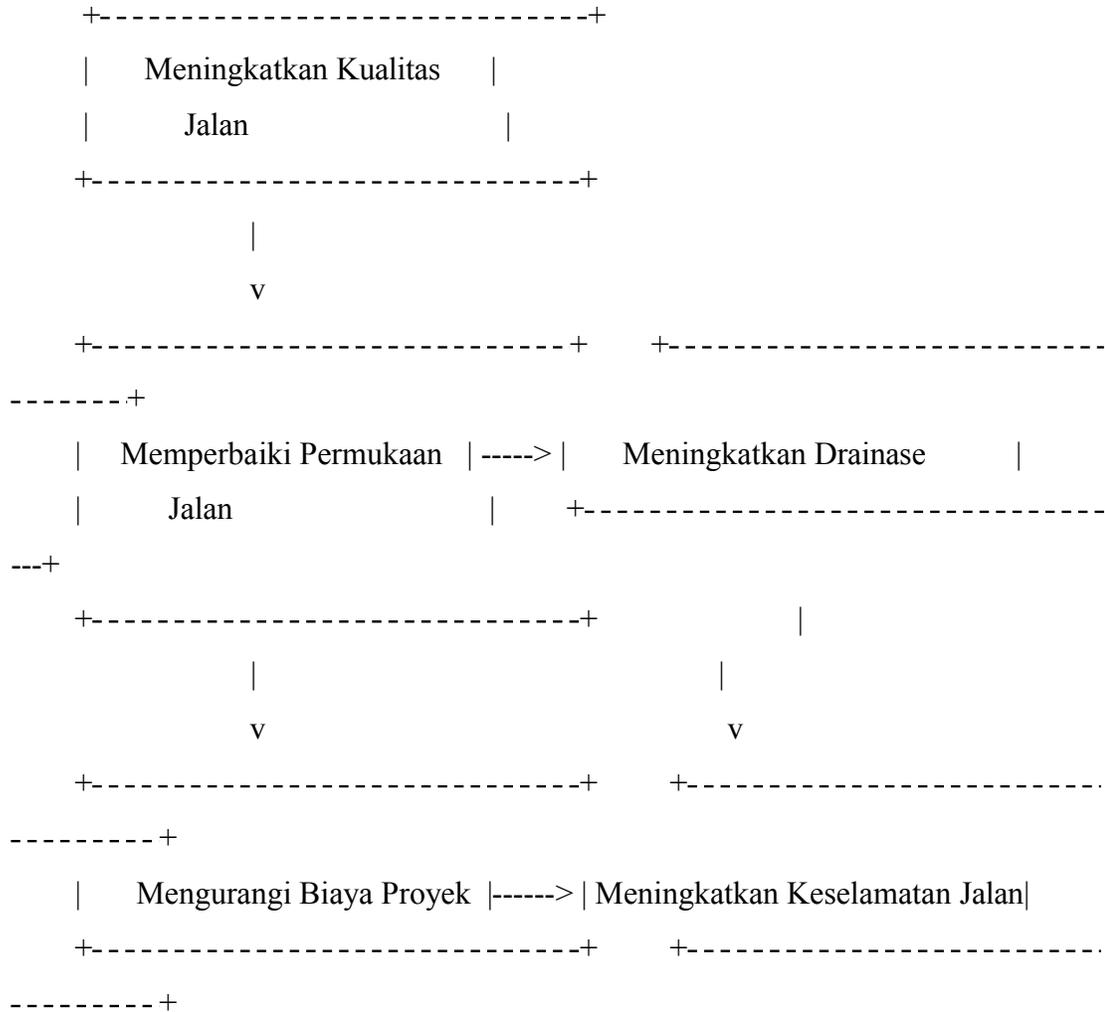
b. Manfaat FAST Diagram:

- Identifikasi Fungsi: Membantu mengidentifikasi semua fungsi penting dalam sebuah proyek atau sistem.
- Analisis Efisiensi: Memungkinkan analisis tentang bagaimana setiap fungsi dapat dioptimalkan.
- Komunikasi: Memberikan cara visual untuk menyampaikan kompleksitas fungsi dan hubungan mereka kepada tim atau pemangku kepentingan.
- Peningkatan Kreativitas: Mendorong pemikiran kreatif untuk mencari cara-cara baru untuk mencapai fungsi dengan lebih efisien.

Contoh Penggunaan: Misalnya, dalam proyek peningkatan kualitas jalan, FAST Diagram dapat digunakan untuk memetakan hubungan antara fungsi utama seperti "Meningkatkan Kualitas Jalan" dengan fungsi pendukung seperti "Memperbaiki Permukaan Jalan" dan "Meningkatkan Drainase."

Secara keseluruhan, FAST Diagram adalah alat yang sangat berguna dalam proyek manajemen, teknik, dan pengembangan produk untuk memahami dan mengoptimalkan fungsi-fungsi yang ada.

Fast Diagram



4.2.2 Matriks FAST Checking

Matriks FAST Checking adalah tabel yang mencantumkan semua fungsi yang diidentifikasi dalam proyek, baik sebagai baris maupun kolom. Fungsi-fungsi ini kemudian diperiksa satu per satu untuk menentukan apakah

ada hubungan atau interaksi antara setiap pasangan fungsi. Matriks ini membantu mengidentifikasi celah atau ketidakkonsistenan dalam analisis fungsi, serta memastikan bahwa semua fungsi penting telah dipertimbangkan.

a. Struktur Matriks FAST Checking:

- Fungsi-fungsi: Fungsi utama dan pendukung yang diidentifikasi dalam proyek dicantumkan di baris dan kolom matriks.
- Hubungan: Setiap sel dalam matriks menunjukkan apakah ada hubungan antara fungsi di baris dan fungsi di kolom. Hubungan ini dapat ditandai dengan:
 - ✓ atau Y (Yes): Menandakan ada hubungan logis antara dua fungsi.
 - ✗ atau N (No): Menandakan tidak ada hubungan logis antara dua fungsi.

b. Manfaat Matriks FAST Checking:

- Validasi Fungsi: Memastikan bahwa semua fungsi yang relevan telah dipertimbangkan dan hubungan di antara mereka telah dievaluasi.
- Identifikasi Kelemahan: Membantu mengidentifikasi fungsi-fungsi yang mungkin terlewatkan atau kurang dipahami.
- Mendukung Pengambilan Keputusan: Memberikan panduan yang jelas tentang fungsi mana yang saling berkaitan, sehingga memudahkan dalam pengambilan keputusan terkait prioritas dan strategi optimalisasi.

Tabel. 4.23 Matriks FAST Checking

Fungsi Utama / Fungsi Pendukung	Meningkatkan Kualitas Jalan	Memperbaiki Permukaan Jalan	Meningkatkan Drainase	Mengurangi Biaya Proyek
Meningkatkan Kualitas Jalan	✓	✓	✓	✓
Memperbaiki Permukaan Jalan	✓	✓	✓	✓
Meningkatkan Drainase	✓	✓	✓	✓
Mengurangi Biaya Proyek	✓	✓	✓	✓

Penjelasan:

Setiap tanda ✓ menunjukkan bahwa ada hubungan logis antara dua fungsi tersebut. Misalnya, "Meningkatkan Kualitas Jalan" terkait dengan "Memperbaiki Permukaan Jalan" karena perbaikan permukaan jalan merupakan langkah yang penting untuk meningkatkan kualitas jalan.

Jika tidak ada hubungan yang jelas antara dua fungsi, maka ditandai dengan X.

Matriks FAST Checking adalah alat yang penting dalam proses Value Engineering karena membantu memastikan bahwa semua fungsi

yang relevan dalam proyek telah dipertimbangkan dan hubungan antara fungsi-fungsi tersebut telah dievaluasi dengan benar. Alat ini meningkatkan akurasi analisis dan memastikan bahwa tidak ada aspek penting yang terlewat dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

4.3 Tahapan Evaluasi

Pada tahap evaluasi dilakukan pemilihan alternatif yang sesuai dari beberapa pilihan alternatif yang disusun pada tahap kreativitas. Pemilihan dilakukan dengan cara menganalisis perhitungan yang mana memberikan penghematan paling tinggi berupa keuntungan dan kerugian baik dari segi biaya dan mutu, memberikan pelaksanaan yang paling mudah dan biaya yang paling rendah dari alternatif lain yang telah didapatkan pada tahap kreatif.

Tabel 4.23. Spesifikasi pekerjaan perkerasan rigid

Kriteria	Tebal Pelat	Tulangan
Eksisting	30 cm	Wiremesh \varnothing 8 mm,
Alternatif	30 cm	Tanpa tulangan

Tabel 4.24. Spesifikasi pekerjaan drainase

Keterangan	B Saluran (m)	H Saluran (m)
Eksisting	0,54	0,75
Alternatif 1	0,6	0,8
Alternatif 2	0,6	-

Tabel 4.25. Rencana anggaran biaya pekerjaan perkerasan rigid

Uraian	Harga Satuan	volume	Harga Total
Eksisting			
Perkerasan beton semen dengan anyaman tulangan tunggal beton	3.063.573,00	686,40	2.102.836.507,20
Alternatif 1			
Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (plain concrete pavement)	2.821.884,87	686,4	1.936.941.775

Kesimpulan dari tabel perbandingan anggaran ini adalah bahwa untuk Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton, harga satuannya adalah Rp 3.063.573,00 per unit dengan volume 686,40, menghasilkan harga total sebesar Rp 2.102.836.507,20. Sementara itu, Alternatif 1 yaitu Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan (Plain Concrete Pavement) memiliki harga satuan Rp 2.821.884,87 per unit dengan volume yang sama (686,4), menghasilkan harga total sebesar Rp 1.936.941.775,00. Perbandingan ini menunjukkan bahwa alternatif 1 lebih murah dibandingkan dengan opsi eksisting, dengan total

Tabel 4.26. Rencana anggaran biaya pekerjaan drainase

Uraian	Harga satuan	Volume	Harga total
Eksisting			
Pasangan batu dengan mortar lebar dalam	2.132.865,83	205,26	437.794.717,25
Alternatif 1			
Beton precast(U Ditch) 60x70x120	997.317,50	157	156.578.847,50
Alternatif 2			
Pipa HDPE (High Density Polyethylene) 600mm	10.100.000,00	32	323.200.000,00

Kesimpulan dari tabel perbandingan anggaran ini adalah bahwa untuk pekerjaan pasangan batu dengan mortar lebar dalam, harga satuannya adalah Rp 2.132.865,83 dengan volume 205,26, menghasilkan harga total sebesar Rp 437.794.717,25. Alternatif 1 yaitu Beton Precast (U Ditch) 60x70x120 memiliki harga satuan Rp 997.317,50 dengan volume 157, menghasilkan harga total Rp 156.578.847,50. Alternatif 2 yaitu Pipa HDPE (High Density Polyethylene) 600mm memiliki harga satuan Rp 10.100.000,00 dengan volume 32, menghasilkan harga total Rp 323.200.000,00. Dari perbandingan ini,

Tabel 4.27. Analisa kelebihan dan kekurangan item pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton semen

Kelebihan	Kekurangan
Perkerasan beton semen dengan anyaman tulangan tunggal beton	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengurangan retak, karena serat-serat ini berperan dalam mengontrol dan mengurangi retak akibat suhu dan pembebanan 2. Kemampuan mengatasi beban berat 3. Lingkungan yang lebih ramah, penggunaan serat/anyaman tulangan tunggal dapat mengurangi ketergantungan bahan tambahan konstruksi seperti baja yang mengurangi dampak lingkungan dan jejak proyek 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya pengerjaan yang lebih mahal daripada perkerasan beton lainnya 2. Pembatasan desain, anyaman tulangan tunggal mungkin membatasi desain permukaan perkerasan beton. Ini dapat menjadi masalah jika proyek memerlukan fleksibilitas dalam desain jalan atau estetika yang lebih rumit 3. Kinerja yang bergantung pada campuran harus benar-benar sesuai dengan spesifikasi
Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya yang relatif murah dalam pelaksanaan 2. Pada daerah dimana korosi tulangan akan menjadi masalah, tidak adanya tulangan akan meniadakan masalah tersebut meski besi ruji (dowel) masih akan dapat terkena pengaruh 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak cocok untuk pergerakan tanah yang besar perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan kurang fleksibel daripada perkerasan aspal sehingga tidak cocok untuk daerah yang mengalami pergerakan tanah yang signifikan.

<p>korosi.</p> <p>3. Kemudahan konstruksi, perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan lebih mudah dan cepat untuk dipasang karena tidak memerlukan pekerjaan tulangan yang rumit. Ini dapat mengurangi waktu konstruksi dan potensi masalah selama proses pembangunan</p> <p>4. Perawatan yang lebih sederhana</p> <p>5. Durabilitas, meski tanpa tulangan perkerasan ini tetap memiliki daya tahan yang baik terhadap beban lalu lintas dan faktor-faktor lingkungan.</p>	<p>2. Kebisingan, perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan umumnya menghasilkan lebih banyak kebisingan daripada perkerasan aspal yang dapat menjadi masalah di daerah perkotaan atau di sekitar pemukiman.</p> <p>3. Retak permukaan, perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan lebih rentan terhadap retak permukaan. Terutama akibat perubahan suhu dan beban lalu lintas yang tinggi. Retak ini dapat mempengaruhi tampilan estetis jalan dan memerlukan perbaikan lebih lanjut.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabel 4.28. Analisa kelebihan dan kekurangan item pekerjaan Drainase

Kelebihan	Kekurangan
Pasangan batu dengan mortar	
<p>1. Kontrol terhadap retakan, mortar digunakan untuk mengisi celah antara batu-batu yang membantu dinding dan mengurangi resiko retak pada dinding atau struktur</p>	<p>1. Biaya dan waktu, proses pemasangan batu dengan mortar bisa memakan waktu dan biaya lebih banyak daripada metode konstruksi lainnya terutama jika</p>

<p>2. Tahan terhadap air dan kelembapan , mortar membantu melindungi bangunan dari air,hujan dan kelembapan lainnya yang dapat merusak struktur</p> <p>3. Daya tahan terhadap cuaca buruk, mortar yang tahan cuaca dapat membantu dinding dan dstruktur batu tetap utuh dan kuat bahkan dalam kondisi cuaca yang ekstrim</p> <p>4. Kekuatan struktural yang tinggi.</p>	<p>diperlukan pekerjaan presisi atau jika bahan batu yang digunakan mahal.</p> <p>2. Kesulitan dalam pemindahan atau perubahan, pasangan batu dengan mortar biasanya permanen. Jika diperlukan untuk memindahkan atau mengubah struktur tersebut, maka itu bisa sangat sulit dan mahal</p> <p>3. Kualitas campuran yang penting, kualitas campuran mortar sangat penting. Kesalahan dalam persiapan dan aplikasi mortar dapat mengakibatkan kerusakan dan kelemahan pada struktur.</p> <p>4. Perawatan rutin, dinding atau struktur pasangan batu dengan mortar memerlukan perawatan rutin termasuk pembersihan dan penggantian mortar yang rusak, ini bisa menjadi tugas yang memakan waktu dan biaya.</p>
<p>Beton precast U-ditch</p>	
<p>1. Mutu terjamin karena proses</p>	<p>1. Tidak fleksibel, beton precast</p>

<p>fabrikasi dilakukan di pabrik beton pracetak</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Penggunaan beton dengan mutu tinggi sehingga bentuk dan ketebalannya lebih ringkas dan sederhana 3. Proses pemasangan dapat dilakukan lebih cepat sehingga tidak terlalu lama mengganggu arus lalu lintas selama konstruksi 4. Finishing yang halus dan rata sehingga menambah estetika dan langsung dapat dimanfaatkan. 	<p>jenis U-ditch adalah elemen statis dan tidak fleksibel. Oleh karena itu jika ada perubahan dalam desain atau perubahan topografi yang di perlukan, penyesuaian dapat menjadi sulit</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Rentan terhadap kontaminasi, bahan kimia atau bahan asing yang masuk kedalam beton precast selama proses produksi atau transportasi dapat mengurangi kualitas beton dan mempengaruhi kinerjanya 3. Kemungkinan ketidaksesuaian dimensi, meskipun produksi dalam lingkungan pabrik yang terkendali, elemen-elemen beton precast bisa memiliki ketidaksesuaian dalam dimensi yang dapat menyebabkan masalah pemasangan dan penyesuaian ketika dipasang dilapangan.
<p>Pipa HDPE (high density polyethylene)</p>	

<ol style="list-style-type: none"> 1. Tingkat kekuatan dan kelenturan lebih tinggi, jenis HDPE tidak mengalami kerusakan baik karena faktor kesengajaan maupun karena faktor alam. Pipa jenis ini memiliki tingkat ketahanan dan kekuatan yang tinggi, sehingga mampu bertahan dalam berbagai cuaca 2. Ringan, jika dibandingkan dengan pipa logam, pipa HDPE memang lebih ringan. Dengan demikian proses instalasinya jauh lebih mudah dan juga lebih murah dari segi penanganan dan transportasi 3. Awet dan tahan lama, bisa bertahan hingga puluhan tahun 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Harga yang lebih mahal 2. Tidak bisa terkena paparan sinar UV/matahari langsung meskipun tahan terhadap suhu hingga 60°C itulah sebabnya pipa ini sering digunakan dengan cara ditanam 3. Meskipun pipa HDPE bisa dipasang di wilayah mana saja, pemasangannya akan sedikit mengalami kendala saat dilakukan di wilayah yang dingin karena permukaan pipa yang licin.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.4 Tahap Pengembangan

4.4.1 Life Cycle Cost

Pada tahap ini, setiap pilihan dianalisis lebih lanjut dengan menggunakan analisis biaya siklus hidup (Life Cycle Cost), yang dilakukan dengan menggunakan metode zero-one dan analisis value matrix. Tujuan dari penetapan biaya siklus hidup adalah untuk membuat perkiraan dengan menggunakan standar biaya. Analisis ini menggunakan beberapa ketentuan dasar. Nilai i , yang merupakan rata-rata suku bunga deposito 5 risiko bank tinggi, dan umur rencana adalah 10 tahun, dengan asumsi nilai risiko sama dengan tingkat bunga rata-rata. Jadi :

$$\text{nilai } i = 2,50\% + 2,50\% = 5\%.$$

Nilai $P/A = 7,722$ (diperoleh dari tabel kombinasi diskrit)

Biaya pemeliharaan = 10% dari biaya konstruksi.

Tabel 4.29. Life cycle cost pekerjaan Perkerasan berbutir dan perkerasan beton Semen

present value	eksisting	alternatif
Biaya konstruksi	2.102.836.507,20	1.936.941.775
faktor P/A (n=10,i=5%)	7,722	7,722
annual operational cost	210.283.650,72	193.694.177,52
present worth of annual operational cost	1.623.810.350,86	1.495.706.438,82
faktor P/A (n=10,i=5%)	7,722	7,722

annual maintenance cost	210.283.650,72	193.694.177,52
present worth of annual maintenane cost	1.623.810.350,86	1.495.706.438,82
Total cost present value	5.350.457.208,92	4.928.354.652,84
saving	-	422.102.556,08
percentage saving cost		8%

Kesimpulan dari analisis nilai saat ini menunjukkan bahwa opsi Alternatif menawarkan biaya total yang lebih rendah dibandingkan dengan opsi Eksisting. Biaya konstruksi Alternatif adalah Rp 1.936.941.775,00, dibandingkan dengan Rp 2.102.836.507,20 untuk Eksisting. Present worth dari biaya operasional tahunan dan biaya pemeliharaan tahunan juga lebih rendah untuk Alternatif, masing-masing sebesar Rp 1.495.706.438,82 dibandingkan Rp 1.623.810.350,86 untuk Eksisting. Total cost present value untuk Alternatif adalah Rp 4.928.354.652,84, yang menghemat Rp 422.102.556,08 atau sekitar 8% dibandingkan dengan opsi

Tabel 4.30. *Life cycle cost pekerjaan Drainase*

present value	eksisting	alternatif 1	alternatif 2
Biaya konstruksi	437.794.717,25	140.515.000	323.200.000,00
faktor P/A (n=10,i=5%)	7,722	7,722	7,722
annual operational cost	43.779.471,73	14.051.500,00	32.320.000
present worth of annual operational cost	338.065.080,66	108.505.683,00	249.575.040
faktor P/A (n=10,i=5%)	7,722	7,722	7,722
annual maintenance cost	43.779.471,73	14.051.500,00	32.320.000
present worth of annual maintenane cost	338.065.080,66	108.505.683,00	249.575.040
Total cost present value	1.113.924.878,57	357.526.366,00	822.350.080,00
saving	-	756.398.512,57	291.574.798,57
percentage saving cost		67%	26%

Kesimpulan dari analisis nilai saat ini adalah sebagai berikut:

- Biaya Konstruksi: Untuk Eksisting adalah Rp 437.794.717,25, Alternatif 1 adalah Rp 140.515.000,00, dan Alternatif 2 adalah Rp 323.200.000,00.
- Present Worth of Annual Operational Cost: Eksisting adalah Rp 338.065.080,66, Alternatif 1 adalah Rp 108.505.683,00, dan Alternatif 2 adalah Rp 249.575.040,00.

- Present Worth of Annual Maintenance Cost: Eksisting adalah Rp 338.065.080,66, Alternatif 1 adalah Rp 108.505.683,00, dan Alternatif 2 adalah Rp 249.575.040,00.
- Total Cost Present Value: Eksisting adalah Rp 1.113.924.878,57, Alternatif 1 adalah Rp 357.526.366,00, dan Alternatif 2 adalah Rp 822.350.080,00.
- Saving: Alternatif 1 memberikan penghematan sebesar Rp 756.398.512,57 atau 67% dibandingkan dengan Eksisting, sementara Alternatif 2 memberikan penghematan sebesar Rp 291.574.798,57 atau 26%.
- Analisis ini menunjukkan bahwa Alternatif 1 adalah opsi yang paling ekonomis, dengan total biaya present value yang jauh lebih rendah dan penghematan terbesar dibandingkan dengan Eksisting, diikuti oleh Alternatif 2.

4.4.2 Metode Zero-one

Menurut Hutabrat (1995) dalam Listiono (2011), metode zero-one adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi-fungsi. Prinsip metode ini adalah menentukan relativitas suatu fungsi “lebih penting” atau “kurang penting” terhadap fungsi lainnya. Fungsi yang “lebih penting” diberi nilai satu (one), sedangkan nilai yang “kurang penting” diberi nilai nol (zero). Keuntungan metode ini adalah mudah dimengerti dan pelaksanaannya cepat dan mudah. Kemudian setelah didapatkan angka bobot diatas maka dilakukan analisa indeks dalam metode zero-one.

Menurut Ir. Julianus H, MSIE (1995) dalam Listiono (2011), metode zero-one adalah salah satu cara pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi–fungsi (kriteria). Prinsip metode ini

adalah menentukan relativitas suatu fungsi “lebih penting” atau “kurang penting” terhadap fungsi lainnya. Fungsi yang “lebih penting” diberi nilai satu (one), sedangkan nilai yang “kurang penting” diberi nilai nol (zero). Kemudian dengan menghadirkan referensi perbandingan maka akhirnya didapatkan indeks untuk masing-masing kriteria yang nantinya menjadi parameter perhitungan dalam penentuan nilai pengambilan keputusan untuk masing-masing alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Keuntungan metode ini adalah mudah dimengerti dan pelaksanaannya cepat dan mudah

Metode Zero-One, metode ini bertujuan untuk menentukan urutan prioritas fungsi-fungsi. Metode ini bergantung pada bagaimana suatu fungsi dianggap "lebih penting" atau "kurang penting" dibandingkan dengan fungsi lainnya. Nilai satu adalah nilai yang "lebih penting", sedangkan nilai nol adalah nilai yang "kurang penting". Keuntungan metode ini adalah pelaksanaannya cepat dan mudah dan mudah dilakukan. Dua metode zero-one untuk mencari indeks dan bobot untuk kriteria yang diusulkan digunakan pada tahap pengambilan keputusan. Menghitung bobot tambahan ini didasarkan pada rumus berikut:

$$\frac{\text{angka ranking yang dimiliki}}{\text{jumlah angka ranking}} \times 100$$

Untuk menghitung nilai ranking, metode terbalik digunakan berdasarkan jumlah fungsi yang ada. Fungsi yang diprioritaskan diberi nilai ranking tertinggi. Bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3.1. Metode zero-one untuk mencari bobot

KRITERIA	NOMOR KRITERIA	1	2	3	4	JUMLAH	RANK	BOBOT
A	1	X	1	1	1	3	4	40
B	2	0	X	1	0	1	2	20
C	3	1	1	X	0	2	3	30
D	4	0	0	0	X	0	1	10
							10	100

Keterangan A= Biaya

B = fungsional

C = Mutu

D = Waktu

Tabel 4.32. Metode zero-one untuk mencari indeks

KRITERIA	A	B	C	D	JUMLAH	INDEKS
A	X	1	1	1	3	3/4
B	0	X	0	1	1	1/4
C	1	0	X	1	2	2/4
D	0	0	0	X	0	0

Keterangan 0= kurang penting

1 = lebih penting

x = fungsi yang sama

4.5 Tahap Persentase

Tahap dimana berisi rencana awal dari item pekerjaan yang dilakukan Value Engineering, usulan yang terbaik, dasar pertimbangan dalam memilih usulan atau alternatif yang terbaik dan diskusi yang berisi tentang nilai penghematan yang didapat dari usulan yang dipilih. Tahap ini berisikan data sebagai berikut:

1. Identitas obyek atau proyek
2. Perubahan desain (pengurangan, peningkatan) yang disusulkan
3. Total penghematan biaya yang akan diperoleh

Disamping hal-hal diatas, sering pula diperlukan keterangan teknis bahwa kinerja proyek secara keseluruhan (bukan hanya obyek yang sedang dikaji) tidak akan tergantung oleh perubahan sebagai dampak Value Engineering.

Dalam tahap ini juga bisa ditampilkan dalam sebuah form proposal seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.33. Tahap persentase pekerjaan Perkerasan berbutir

Nama Proyek : Peningkatan jalan Cianjur Kabupaten Sorong	
Lokasi : Jalan Cianjur, Kabupaten Sorong	
Item : Perkerasan Berbutir	
Perencanaan awal	Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton
Alternatif terpilih	Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (plain concrete pavement)
Dasar Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya lebih murah - Mutu yang sama - Pelaksanaan lebih mudah
Biaya Awal	Rp 2.102.836.507,20
Biaya setelah usulan	Rp 1.936.941.775,00
Penghematan	Rp 165.894.731,99
Persentase penghematan yang terjadi adalah	$165.894.731,99 / 2.102.836.507,20 \times 100 = 8\%$

Kesimpulan dari analisis ini adalah bahwa proyek Peningkatan Jalan Cianjur, Kabupaten Sorong mengalami penghematan biaya signifikan setelah mengganti perencanaan awal dari Perkerasan Beton Semen dengan Anyaman Tulangan Tunggal Beton ke Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan (Plain Concrete Pavement). Biaya awal yang direncanakan adalah Rp 2.102.836.507,20, sementara biaya setelah usulan menjadi Rp 1.936.941.775,00. Dengan demikian, penghematan yang diperoleh adalah sebesar Rp 165.894.731,99, yang setara dengan 8% dari biaya awal.

Pertimbangan utama dalam penggantian ini meliputi biaya yang lebih murah, mutu yang sama, dan pelaksanaan yang lebih mudah.

Tabel 4.34. Tahap persentase pekerjaan drainase

Nama Proyek : Peningkatan jalan Cianjur Kabupaten Sorong	
Lokasi : Jalan Cianjur, Kabupaten Sorong	
Item : Perkerasan drainase	
Perencanaan awal	Pasangan batu dengan mortar
Alternatif terpilih	Beton precast U-ditch 60 x 80 x120
Dasar Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya lebih murah - Mutu yang sama - Pelaksanaan lebih mudah
Biaya Awal	Rp 437.784.717,25
Biaya setelah usulan	Rp 156.578.847,50
Penghematan	Rp 281.215.869,75
Persentase penghematan yang terjadi adalah	$281.215.869,75/437.784.717,25 \times 100 = 64,3\%$

Kesimpulan dari analisis ini adalah bahwa untuk proyek Peningkatan Jalan Cianjur, Kabupaten Sorong, penggantian perencanaan awal dari Pasangan Batu dengan Mortar ke Beton Precast U-Ditch 60 x 80 x 120 menghasilkan penghematan biaya yang signifikan. Biaya awal adalah Rp 437.784.717,25, sedangkan biaya setelah usulan menjadi Rp 156.578.847,50. Penghematan yang diperoleh adalah Rp 281.215.869,75, yang setara dengan 64,3% dari biaya awal. Keputusan ini didasarkan pada pertimbangan biaya yang lebih murah, mutu yang sama, dan pelaksanaan yang lebih mudah.

4.5.1 Perhitungan Value Ratio

Value Ratio (VR) adalah perbandingan antara fungsi yang dicapai dan biaya yang dikeluarkan. Karena dalam dokumen ini nilai fungsi dianggap tetap, maka VR fokus pada efisiensi biaya. Value Ratio (VR) digunakan untuk mengukur efisiensi penerapan VE:

$$VR = \frac{\text{Nilai Fungsi}}{\text{Biaya}}$$

Untuk perhitungan ini, kami gunakan nilai fungsi tetap (konstan), sehingga perhitungan fokus pada penghematan biaya:

Sebelum Penerapan VE:

Biaya Awal Proyek: Rp 5.318.200.000,00

Setelah Penerapan VE:

Biaya Setelah Penerapan VE: Rp 4.929.407.801,58

Total Penghematan:

Penghematan = Rp 5.318.200.000,00 – Rp. 4.929.407.801,58 = Rp. 388.792.198,42

Persentase Penghematan $\left(\frac{Rp388.792.198,42}{Rp5.318.200.000,00} \right) = \times 100 = 7,31\%$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penerapan value engineering pada proyek peningkatan jalan Cianjur kabupaten Sorong, didapatkan hasil yaitu terdapat dua item pekerjaan yang diterapkan value engineering yaitu pekerjaan perkerasan beton dengan anyaman tulangan tunggal dengan rencana anggaran Rp 2.102.836.507,20 dan setelah dilakukan value engineering, maka didapatkan alternatif yaitu perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan dengan anggaran Rp 1.936.941.775 atau dengan persentase sebesar 8%. Kemudian pada pekerjaan pemasangan batu dengan mortar dengan rencana anggaran Rp 437.794.717,25 didapatkan alternatif yaitu pemasangan U-ditch 60x70x120 dengan anggaran Rp 167.387.432,28 atau dengan persentase sebesar 61,75%. Maka dari itu, secara keseluruhan penerapan value engineering tersebut memberi potensi penghematan sebesar Rp 388.792.198,42 dengan persentase sebesar 7,31%. Dari rencana awal proyek sebesar Rp 5.318.200.000,00, dan setelah dilakukan penerapan value engineering total biaya proyek menjadi Rp 4.929.407.801,58.

5.2 Saran

1. Penerapan value engineering pada penelitian selanjutnya lebih baik dilakukan pada seluruh aspek bangunan dari, struktur, arsitektur, MEP dan pekerjaan penunjang lainnya.
2. Penggunaan value engineering lebih baik dilakukan selama proses perencanaan proyek karena dapat menghasilkan biaya penghematan yang signifikan. Hasil yang dihasilkan harus menjadi acuan bagi tim pemilik atau konsultan VE untuk mempertimbangkan saat memilih bahan untuk proyek berikutnya.
3. Untuk mencapai penghematan yang lebih optimal, penerapan Value Engineering akan lebih baik jika diterapkan pada semua item pekerjaan.
4. Untuk penelitian selanjutnya bisa mengambil perhitungan life cycle cost pada proyek.

DAFTAR PUSTAKA

Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol. 8, No.3, Desember 2020, Hal. 171-186.

Albertus Nandito 1 , Miftahul Huda 2 , Siswoyo 3 IMahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UWKS. Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Rego Manggarai Barat Ntt.

Penerapan Value Engineering Pada Proyek Peningkatan Jalan (Studi Kasus Jalan Lingkar Timur, Kab.Sidoarjo, Jawa Timur).

Penerapan Value Engineering Pada Pekerjaan Pembangunan Ruang Kelas Smkn I Kuok Kecamatan Kuok.

Penerapan Value Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung Terintegrasi Rumah Sakit Jiwa Menur Surabaya

Kaming, P. F., & Yahya, O. A. (2019). Study on life cycle costing: a case of building for private high school in Jakarta. In MATEC Web of Conferences (Vol. 258, p. 02016). EDP Sciences.

Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Jenis Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Pedoman konstruksi dan bangunan, perencanaan perkerasan jalan beton Departemen permukiman dan prasarana wilayah.

Sabrina Ayon How to Make Vehicle Life Cycle Cost Analysis Spreadsheet in Excel

Febriana, Indria. "Penerapan Value Engineering Pada Struktur Perkerasan Jalan Raya (Studi Kasus: Proyek Peningkatan Jalan Prof Soeharso Kota Surakarta) Implementation Of Value Engineering In Road Pavement Structure (Case Study: Improvement Project Of Prof Soeharso Road Surakarta City)." (2020).

Rozi, Miftachul. Implementasi Dan Optimasi Desain Pada Proyek Pengembangan Pembangunan Jalan Lintas Pantai Selatan Jawa Dengan Metode Rekayasa Nilai (Value Engineering). Diss. Institut Teknologi Nasional Malang, 2022.

Kurniawan, Fachmi Fajar, Irza Sukmana, and Sri Waluyo. "Value Engineering untuk Beautifikasi Ruang Bawah Flyover pada Pembangunan Flyover Simpang Jam (Laluan Madani)." Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP). Vol. 2. No. 1. 2022.

ROZI, Miftachul; SEBAYANG, Nusa; WULANDARI, Lies K. Rekayasa nilai (value engineering) pada proyek Pengembangan Jaringan Jalan Trans Selatan-Selatan Pulau Jawa. INFOMANPRO, 2022, 11.2: 44-49.

RUMPESAK, Norio H.; MANDAGI, Robert JM; JANSEN, Freddy. Pemodelan Berdasarkan Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Jalan Di Kota Manado. JURNAL ILMIAH MEDIA ENGINEERING, 2019, 7.3.

European Commission. (2014). Utilities Directive. Brussels: European Union.

European Commission. (2014). The Public Procurement Directive 2014/24/EU. Official Journal of the European Union.

- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (1995). Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-3959-1995: Pedoman Value Engineering.*
- Miles, L. D. (1972). Techniques of Value Analysis and Engineering. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.*
- Society of American Value Engineers (SAVE). Standard for Value Engineering.*
- Soesanto, A. (2010). Manajemen Proyek. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.*
- Handoko, T. H. (2016). Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.*
- Project Management Institute (PMI). (2017). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Newtown Square, PA: Project Management Institute.*
- Kaming, P. F., & Yahya, O. A. (2019). Study on life cycle costing: a case of building for private high school in Jakarta. In MATEC Web of Conferences (Vol. 258, p. 02016). EDP Sciences.*
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman. Jenis Perkerasan Kaku (Rigid Pavement).*

LAMPIRAN-LAMPIRAN



REPUBLIC OF INDONESIA
DINAS PEKERJAAN UMUM DAN PENATAAN RUANG
 JL. SORONG, HILIRKORONG NO. 24 PALAS

Perjanjian Konstruksi Nomor Perjanjian 2002
 Tanggal 20 Februari 2002
 PENINGKATAN JALAN CEMALIH
 NEGLATIN PERANGKAS

CONTRACT CHANGE ORDER - 01

KONTRAKTOR PEKERJAAN



20 Februari 2002
 ST/0
 No. 02/0001/2002

PERINDEK TAWARAN

CCO - 01

NO	URAIAN KAWASAN	BULAN				JUMLAH SATUAN PEKERJAAN	BOBOT %	BULAN				JUMLAH SATUAN PEKERJAAN	BOBOT %
		01	02	03	04			01	02	03	04		

DAFTAR 1. UBAHAN

1	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
---	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 2. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 3. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 4. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 5. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 6. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 7. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 8. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 9. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 10. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 11. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 12. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR 13. BENTUKAN

1.1.11	Uraian Pekerjaan	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
--------	------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA					
SKPD	: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Sorong				
No. Paket Kontrak	:				
Nama Paket	: Peningkatan Jalan Cianjur				
Prop / Kab / Kodya	: Papua barat / Kab. Sorong				
Penanganan	: 0.858 KM				
No. Mata embayara	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
DIVISI 1. UMUM					
1.2	Mobilisasi				
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	73.049.625,00	73.049.625,00
1.19	biaya penerapan SMKK	LS	1,00	18.650.000,00	18.650.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					91.699.625,00
DIVISI 2. DRAINASE					
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	218,50	40.673,65	8.887.192,53
2.2.(1)	pasangan batu dengan mortar	M3	205,26	2.132.865,83	437.794.717,25
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					446.681.909,78
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK					
3.1.(1)	Galian Biasa	M ³	692,80	38.471,57	26.653.103,70
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian (include Bahu)	M ³	740,25	308.032,32	228.020.924,88
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	3.432,00	3.262,13	11.195.630,16
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					265.869.658,74
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR					
5.3.(2.a)	pekerjaan beton semen dengan anyaman tulangan tunggal	M ³	696,4	3.063.573,00	2.102.836.507,20
5.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	M ³	343,2	2.464.628,33	845.860.443
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					2.948.696.950,06
DIVISI 7. STRUKTUR					
7.1 (7a)	Beton struktur, fc'20 MPa	M ³	2,54	3.028.067,14	7.695.833
7.2.(7)	Baja tulangan polos Bj-Tp 280	kg	332,90	19.979,45	6.651.123,54
7.9.(1)	Pasangan batu	M ³	433,32	2.059.173,58	892.281.095,69
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					906.628.051,86
DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN					
10.1.(21)	Pembersihan Drainase	M ¹	311,00	44.617,83	13.876.145,13
10.1.(22)	Pengendalian Tanaman	M ²	622,00	189.258,67	117.718.892,74
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 10 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					131.595.037,87
Total				4.791.171.233,29	
PPn 11%				527.028.835,66	
Grand Total				5.318.200.068,95	≈ 5.318.200.000,00

Rab Eksisting

DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA						
SKPD	: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Sorong					
No. Paket Kontrak	:					
Nama Paket	: Peningkatan Jalan Cianjur					
Prop / Kab / Kodya	: Papua barat / Kab. Sorong					
Penanganan	: 0.858 KM					
No. Mata embayara	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	
a	b	c	d	e	f = (d x e)	
DIVISI 1. UMUM						
1.2	Mobilisasi					
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	73.049.625,00	73.049.625,00	
1.19	biaya penerapan SMK	LS	1,00	18.650.000,00	18.650.000,00	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					91.699.625,00	
DIVISI 2. DRAINASE						
2.1.(1)	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	M ³	218,50	40.673,65	8.887.192,53	
2.2.(1)	beton precast(U Ditch) 60x70x120	Bh	157	997.317,50	156.578.847,50	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					165.466.040,03	
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINTETIK						
3.1.(1)	Galian Biasa	M ³	692,80	38.471,57	26.653.103,70	
3.2.(2a)	Timbunan Pilihan dari sumber galian (include Bahu)	M ³	740,25	308.032,32	228.020.924,88	
3.3.(1)	Penyiapan Badan Jalan	M ²	3.432,00	3.262,13	11.195.630,16	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 3 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					265.869.658,74	
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR						
5.3.(2.a)	Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (plain concrete pave	M ³	686,4	2.821.884,87	1.936.941.775,21	
5.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	M ³	343,2	2.464.628,33	845.860.443	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					2.782.802.218,07	
DIVISI 7. STRUKTUR						
7.1 (7a)	Beton struktur, fc'20 MPa	M ³	2,5	3.028.067,14	7.691.290,536	
7.2.(7)	Baja tulangan polos Bj-Tp 280	kg	1,274	51.000,00	64.974,000	
7.9.(1)	Pasangan batu	M ³	433,32	2.059.173,58	892.281.095,69	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					964.946.386,22	
DIVISI 10. PEKERJAAN PEMELIHARAAN						
10.1.(21)	Pembersihan Drainase	M ¹	311,0	44.617,83	13.876.145,13	
10.1.(22)	Pengendalian Tanaman	M ²	622,00	189.258,67	117.718.892,74	
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 10 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					131.595.037,87	
Total					4.402.378.965,92	
PPn 11%					527.028.835,66	
Grand Total					4.929.407.801,58	

Rab Redesign



Pasangan batu dengan mortar



Pengecoran



Pemadatan

Bunga 5%

Tahun	F/P	P/F	A/F	A/P	F/A	P/A	A/G	P/G
1	1,050	0,9524	1,00000	1,05000	1,000	0,952	0,000	0,0000
2	1,103	0,9070	0,48780	0,53780	2,050	1,859	0,488	0,9070
3	1,158	0,8638	0,31721	0,36721	3,153	2,723	0,967	2,6347
4	1,216	0,8227	0,23201	0,28201	4,310	3,546	1,439	5,1028
5	1,276	0,7835	0,18097	0,23097	5,526	4,329	1,903	8,2369
6	1,340	0,7462	0,14702	0,19702	6,802	5,076	2,358	11,9680
7	1,407	0,7107	0,12282	0,17282	8,142	5,786	2,805	16,2321
8	1,477	0,6768	0,10472	0,15472	9,549	6,463	3,245	20,9700
9	1,551	0,6446	0,09069	0,14069	11,027	7,108	3,676	26,1268
10	1,629	0,6139	0,07950	0,12950	12,578	7,722	4,099	31,6520
11	1,710	0,5847	0,07039	0,12039	14,207	8,306	4,514	37,4988
12	1,796	0,5568	0,06283	0,11283	15,917	8,863	4,922	43,6241
13	1,886	0,5303	0,05646	0,10646	17,713	9,394	5,322	49,9879
14	1,980	0,5051	0,05102	0,10102	19,599	9,899	5,713	56,5538
15	2,079	0,4810	0,04634	0,09634	21,579	10,380	6,097	63,2880
16	2,183	0,4581	0,04227	0,09227	23,657	10,838	6,474	70,1597
17	2,292	0,4363	0,03870	0,08870	25,840	11,274	6,842	77,1405
18	2,407	0,4155	0,03555	0,08555	28,132	11,690	7,203	84,2043
19	2,527	0,3957	0,03275	0,08275	30,539	12,085	7,557	91,3275
20	2,653	0,3769	0,03024	0,08024	33,066	12,462	7,903	98,4884
21	2,786	0,3589	0,02800	0,07800	35,719	12,821	8,242	105,6673
22	2,925	0,3418	0,02597	0,07597	38,505	13,163	8,573	112,8461
23	3,072	0,3256	0,02414	0,07414	41,430	13,489	8,897	120,0087
24	3,225	0,3101	0,02247	0,07247	44,502	13,799	9,214	127,1402
25	3,386	0,2953	0,02095	0,07095	47,727	14,094	9,524	134,2275
26	3,556	0,2812	0,01956	0,06956	51,113	14,375	9,827	141,2585
27	3,733	0,2678	0,01829	0,06829	54,669	14,643	10,122	148,2226
28	3,920	0,2551	0,01712	0,06712	58,403	14,898	10,411	155,1101
29	4,116	0,2429	0,01605	0,06605	62,323	15,141	10,694	161,9126
30	4,322	0,2314	0,01505	0,06505	66,439	15,372	10,969	168,6226

Tabel Pemajemukan diskrit