

VALUE ENGINEERING PADA PONDASI FLY OVER INTERCHANGE MANADO BYPASS

Tinus Kogoya¹⁾, Fabian J. Manoppo²⁾, Ariestides K.T. Dundu²⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Pascasarjana Unsrat Manado

²⁾Staf Pengajar Prodi Teknik Sipil Pascasarjana Unsrat Manado

email: tinuskogoya94@gmail.com

ABSTRAK

Proyek Fly Over Interchange Manado Bypass merupakan bagian dari pembangunan outter ring road di Manado, dimana fly over yang dibangun akan menjadi simpang tak sebidang antara outter ring road dengan ruas jalan Manado-Bitung. Pada desain awal proyek ini menggunakan pondasi tiang pancang. Pekerjaan pemancangan pondasi tidak dapat dilanjutkan kondisi tanah keras, sehingga dilakukan perubahan desain dan dilanjutkan dengan pekerjaan pondasi jenis bore pile 'Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efisiensi biaya antara pondasi tiang pancang dan pondasi bore pile dan memilih jenis pondasi yang lebih ekonomis sebagai pilihan alternatif.

Jenis penelitian kualitatif menggunakan metode Value engineering (VE), metode VE adalah salah satu metode yang terkenal dan memiliki suatu potensi keberhasilan yang cukup besar dalam mengendalikan biaya. Teknik ini menggunakan pendekatan dengan menganalisis nilai terhadap fungsinya. Proses yang ditempuh adalah menekan pengurangan biaya sejauh mungkin dengan tetap memelihara kualitas serta reliabilitas yang diinginkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada pekerjaan pondasi Fly Over Interchange Manado Bypass didapatkan biaya awal jenis pondasi tiang pancang dengan biaya sebesar Rp.2.521.123.000,- dan bore pile sebesar Rp.2.577.182.000,- dengan selisih biaya sebesar Rp.65.059.000,- atau sebesar 1.1% maka dapat dikatakan pondasi tiang pancang lebih murah dibandingkan pondasi bore pile, namun dengan mempertimbangkan kondisi tanah pada studi khusus ini maka lebih murah menggunakan pondasi bore pile.

Dari hasil penelitian ini jenis pondasi bore pile dipilih sebagai pondasi alternatif pengganti yang dapat digunakan pada proyek Fly Over Interchange Manado Bypass dengan mempertimbangkan kondisi tanah yang keras serta memilih jenis pondasi yang dapat menerima gaya Vertikal dan lateral.

Kata kunci: Value Engineering, Pondasi, Fly Over Interchange Manado Bypass

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan seiring berkembangnya waktu dari segi keterbatasan anggaran biaya proyek, harga tenaga kerja atau sumber daya proyek yang terus meningkat dari waktu ke waktu, tingkat inflasi dan suku bungan yang terus meningkat serta teknologi yang juga terus mengalami kemajuan. Pada suatu proyek konstruksi, rencana anggaran biaya suatu proyek harus direncanakan secara efisien dan ekonomis. Sebelum suatu rencana anggaran biaya dibuat, terlebih dahulu harus melakukan hal-hal seperti pemilihan desain dan bahan yang akan dipakai sebab ini menjadi dasar dimana akan menunjukkan mutu dan kualitas dari produk yang akan dihasilkan. Setelah rencana

anggaran biaya selesai dibuat terkadang masih ada beberapa item pekerjaan yang memiliki harga yang besar.

Dalam suatu pembangunan proyek konstruksi, pengendalian biaya proyek merupakan hal yang sangat penting dalam proses pengelolaan biaya proyek. Dalam kegiatan kegiatan suatu proyek akan banyak didapati masalah seperti pekerja yang kurang terampil, penggunaan material yang terlalu boros dan waktu penyelesaian proyek yang tidak tepat waktu sehingga mengakibatkan pemborosan biaya yang tidak sesuai perencanaan. Dalam manajemen rekayasa konstruksi (MRK) terdapat suatu disiplin ilmu teknik sipil yang digunakan untuk mengefisiensi biaya, ilmu tersebut dikenal dengan nama *Value Engineering* (Rekayas Nilai).

Value engineering adalah salah satu metode yang terkenal dan memiliki suatu potensi keberhasilan yang cukup besar dalam mengendalikan biaya. Teknik ini menggunakan pendekatan dengan menganalisis nilai terhadap fungsinya. Proses yang ditempuh adalah menekan pengurangan biaya sejauh mungkin dengan tetap memelihara kualitas serta reliabilitas yang diinginkan.

Proyek *fly over interchange* manado bypass merupakan bagian dari pembangunan outter ring road di Manado, dimana *fly over* yang dibangun akan menjadi simpang tak sebidang antara outter ring road dengan ruas jalan Manado-Bitung. Pemilik proyek adalah Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Sulawesi Utara yang dikerjakan oleh PT. Sumbersari-NAJI INDONESIA, KSO. Pada desain awal proyek ini menggunakan pondasi tiang pancang dengan material baja Hollow Closed End, yang tiangnya berdiameter 60 cm dengan kedalaman rencana 24 m. jumlah tiang pada pondasi abutmen terdapat 35 (ada dua abutment) titik dan pada pada pilar terdapat 36 titik, jumlah keseluruhan titik dari tiang pancang adalah 106 titik yang akan dipancang.

Pada saat dilakukan pekerjaan pemancangan pondasi dilakukan kondisi tanah keras dan tidak dapat dilanjutkan pemancangan sehingga dilakukan perubahan desain dan dilanjutkan dengan pekerjaan pondasi jenis *bore pile* sebagai pengganti dari pondasi tiang pancang. Alasan dilakukan perubahan desain dikarenakan tanah yang ada pada lokasi proyek keras sehingga metode dan bahan material yang digunakan tidak dapat masuk kedalam tanah sesuai dengan kedalaman rencana, dari sisi lain dikarenakan dari penyelidikan tanah pada awal perencanaan. Tentunya pada pekerjaan pondasi pengganti (*bore pile*) ini harus menggunakan alat dan metode yang berbeda dari pekerjaan sebelumnya (tiang pancang) dengan tujuan (fungsi) yang sama, dimana kedua jenis pondasi ini bertujuan untuk memikul atau menahan beban yang ada di atasnya untuk diteruskan kelapisan tanah yang ada dibawahnya.

Rumusan Masalah

Dari latar belakang permasalahan tersebut diatas maka pada penelitian ini dilakukan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah dengan dilakukannya metode rekayasa nilai (*value engineering*) pada pekerjaan pondasi proyek *Fly Over Interchange Manado Bypass* dapat memberikan hasil nilai efisiensi terhadap biaya, mutu dan waktu yang lebih ekonomis.
2. Jenis pondasi manakah yang menjadi pilihan alternatif dari segi mutu, biaya, dan waktu yang lebih ekonomis, pada pekerjaan proyek *Fly Over Interchange Manado Bypass*.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar dapat mengetahui berapa efisiensi biaya antara pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* yang paling ekonomis pada pekerjaan pondasi pada proyek *fly over interchange manado bypass*.
2. Mendapatkan jenis pondasi yang lebih ekonomis dari sisi mutu, biaya, kualitas, waktu dan metode pelaksanaan sebagai pilihan alternatif pondasi yang akan digunakan pada proyek *Fly Over Interchange Manado Bypass*.

Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah hanya ditinjau pada pekerjaan proyek konstruksi *Fly Over Interchange Manado Bypass*. Yang penelitiannya dibatasi hanya pada pekerjaan pondasi (jenis tipe pondasi dalam) untuk mencari alternatif pemilihan jenis pondasi yang cocok sesuai dengan fungsi dan memiliki nilai yang lebih ekonomis dengan pendekatan menggunakan metode *value engineering*.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan agar dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai *value engineering* secara umum serta pengaruh *value engineering* pada pelaksanaan proyek dan secara khusus pada kasus perubahan desain jenis pekerjaan pondasi dari jenis tiang pancang dilanjutkan dengan pondasi *bore pile* atau penelitian yang mempunyai khasus yang mirip dengan penelitian seperti pada khasus pekerjaan pondasi pada proyek *Fly Over Interchange Manado Bypass*.

Manfaat dari penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu:

1. Manfaat praktis yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat memunculkan alternatif-alternatif pengganti item pekerjaan lama sebagai rekomendasi bagi pihak-pihak yang terkait, yang memberikan keuntungan berupa penghematan biaya (*cost saving*).
2. Manfaat akademis yang diharapkan dari penelitian dapat memberikan kontribusi terhadap pengetahuan, khususnya pada pengetahuan mengenai manfaat menggunakan *Value Engineering*(VE) pada pekerjaan bangunan konstruksi. dan diharapkan dari hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bagi peneliti lain yang hendak melakukan penelitian tentang VE.

Hipotesis

Dengan dilakukannya *value engineering* pada pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* akan memberikan hasil nilai yang efisien terhadap biaya dan waktu serta metode yang lebih ekonomis. Penghematan biaya akan terjadi tanpa ada pembengkakan biaya yang lebih besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Value Engineering

Definisi Rekayasa Nilai (RN) menurut *Society of American Value Engineering* diartikan secara bebas bahwa rekayasa nilai adalah usaha yang terorganisir secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling murah).

Rekayasa Nilai bertujuan memberikan sesuatu yang optimal untuk setiap biaya yang dikeluarkan, dengan menggunakan teknik sistematis untuk menganalisa dan mengendalikan biaya produksi keseluruhan. Rekayasa nilai membantu membedakan dan memisahkan antara hal-hal yang diperlukan dan yang tidak diperlukan, sehingga dapat dikembangkan suatu alternatif yang akan memenuhi kebutuhan dengan biaya terendah (Soeharto, 2001).

Dari definisi atau pengertian tentang Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) yang telah dijelaskan maka rekayasa nilai adalah usaha yang terorganisir secara sistematis dan meng-

aplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (Paling ekonomis).

Pengertian dari kunci definisi ini adalah sebagai berikut:

1. Usaha yang terorganisir
2. Biaya terendah dengan kinerja yang sama
3. Menganalisis untuk mencapai nilai yang diinginkan
4. Karakteristik yang penting

Berdasarkan pengendalian biaya yang telah dibahas diatas, Rekayasa nilai memusatkan analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, bukan sekedar biaya. Dimana dicari biaya terendah yang dapat memenuhi fungsinya.

Beberapa penelitian menggunakan *Value Engineering* telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain Saptono (2007), Arifin (2008), Wicaksono dan Utomo (2012), Dunggio (2012), Sombah (2016), Wibowo (2017), serta Nasrul dan Oscar (2017).

Parameter Value Engineering

Konsep utama metode *Value Engineering* terletak pada nilai, biaya, dan fungsi atau manfaat. *Value Engineering* memusatkan analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, bukan sekedar analisis biasa tetapi dicari biaya terendah yang dapat memenuhi fungsinya (Soeharto, 1997).

Hal-hal tersebut diuraikan sebagai berikut:

1. Nilai (*Value*)

Nilai didefinisikan sebagai sebuah hubungan antara biaya, waktu dan mutu dimana mutu terdiri dari sejumlah variabel yang ditentukan dari pengetahuan dan pengalaman seseorang atau beberapa individu didalam sebuah kelompok yang dibuat eksplisit dengan maksud membuat pilihan diantara berbagai pilihan yang cocok secara fungsi (Kelly & Male 2004). Arti nilai (*value*) sulit dibedakan dengan biaya (*cost*) atau harga (*price*). Pengertian nilai dibedakan dengan dengan biaya karena hal-hal sebagai berikut:

- Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.

- Ukuran nilai condong ke arah subyektif sedangkan biaya tergantung kepada angka (*monetary value*) pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang tersebut.

Nilai dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Meningkatkan fungsi atau faedah dengan tidak menambah biaya.
- b. Mengurangi biaya dengan mempertahankan fungsi atau faedah.
- c. Kombinasi a dan b.

2. Biaya (*Cost*)

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi dan aplikasi produk. Analisis biaya untuk rekayasa nilai diperlukan sebagai tolak ukur atau pembanding guna mengukur fakta-fakta yang telah terkumpul pada tahap informasi. Pentingnya Analisa biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fungsi yang sesungguhnya terhadap biaya yang diperlukan dan memberikan cara pengambilan keputusan mengenai usaha-usaha yang diperlukan selanjutnya. Biaya pengembangan merupakan komponen yang cukup besar dari total biaya. Sedangkan perhatian terhadap biaya produksi amat diperlukan karena sering mengandung sejumlah biaya yang tidak perlu (*Unnecessary cost*). Menurut Imam Soeharto (1995), biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan produksi.

Analisa biaya diperlukan sebagai tolak ukur atau pembanding guna mengukur fakta-fakta yang telah terkumpul pada tahap informasi. Pentingnya Analisa biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan antara fungsi yang sesungguhnya terhadap biaya yang diperlukan, dan memberikan cara pengambilan keputusan mengenai usaha-usaha yang diperlukan selanjutnya. Perhatian rekayasa nilai terhadap manufaktur peralatan ditujukan pada komponen biaya terbesar, yaitu material, tenaga kerja dan *over head*.

3. Fungsi

Fungsi adalah elemen utama dalam *Value Engineering*, karena tujuan *value engineering* adalah mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari suatu item dengan biaya total terendah. L. D. Miles mengidentifikasi bahwa suatu sistem memiliki berbagai macam fungsi yang terbagi sebagai berikut:

- a. Fungsi dasar yaitu suatu alasan pokok sistem ini terwujud, yaitu dasar atau alasan dari keberadaan suatu produk dan memiliki nilai kegunaan. Sifat dari fungsi dasar adalah sekali ditentukan tidak dapat diubah lagi. Bila suatu peralatan kehilangan fungsi dasarnya berarti kehilangan nilai jualnya di pasaran yang melekat pada fungsi tersebut.
- b. Fungsi kedua fungsi sekunder (*secondary function*), yaitu kegunaan yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya. Fungsi sekunder sering kali dapat menimbulkan hal-hal yang kurang menguntungkan. Misalnya struktur pondasi Basement dapat digunakan sebagai ruang parkir atau penggunaan lainnya, tetapi dapat mengakibatkan terjadinya perubahan muka air tanah. Jika fungsi sekunder dihilangkan, tidak akan mengganggu kemampuan dari fungsi utama.

Value Engineering Job Plan

Menurut Soeharto (2001) proses pelaksanaan rekayasa nilai mengikuti suatu metodologi yang sistematis berupa rencana kerja rekayasa nilai (RK-RN)/ *Value engineering job plan*, dengan urutan mendefinisikan masalah, merumuskan pendapat, kreativitas, analisis, dan penyajian. Sebenarnya terdapat bermacam interpretasi terhadap urutan langkah RK-RN, seperti terlihat pada tabel 1. yang disusun oleh L. Miles dan *Departement Of Defense – USA (DOD)*, dengan sistematika pendekatan yang sama.

Tabel 1 Proses Rencana Kerja Rekayasa Nilai

L. miles	DOD
Informasi	Informasi
Spekulasi	Spekulasi
Analisis	Analisis
Perencanaan	Pengembangan
Penyajian	Penyajian dan tindak lanjut

Sumber : Soeharto, 2001

Langkah-langkah dari proses Rencana Kerja Rekayasa Nilai (RK-RN) tersebut diatas dapat dijabarkan sebagai berikut:

a. Penentuan Kriteria Penilaian

Sistem penilaian diberikan secara bersama-sama antara alternatif-alternatif yang telah ditentukan dengan kriteria-kriteria yang ditentukan sebagai parameter penilaian atau sebagai tolak ukur. Cara penilaiannya dengan menggunakan skala penilaian antara 1 sampai 4 pada kolom kriteria yang akan ditentukan sebagai parameter penilaian. Penentuan kriteria penilaian didasarkan pada pendapat para ahli atau pakar dibidang sesuai dengan objek yang diteliti melalui isian kuisisioner.

b. Analisis Untung Rugi

Analisis kelebihan dan kekurangan merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode yang dipakai dalam tahap penilaian. Cara pemberian nilai dengan menggunakan skala antara 1 sampai dengan 4 pada kolom kriteria-kriteria yang akan ditentukan sebagai parameter penilaian. Untuk kelebihan diberi tanda (+) dan kekurangan diberi tanda (-) dan nilai kriteria diberikan secara rinci berdasarkan urutan rangking skala 1 sampai dengan 4. Kriteria-kriteria yang dimaksud pada tahap analisis kelebihan dan kekurangan seperti biaya bahan, waktu pelaksanaan, biaya pemeliharaan dan lain-lain. Cara pemberian nilainya tidak harus mutlak seperti yang telah diterangkan di atas, pemberian nilai dilakukan berdasarkan tingkat kepentingan yang didasarkan dari masing-masing kriteria yang dipakai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat contoh pada tabel 2. berikut ini.

Tabel 2. Pemberian Nilai Kriteria

No	Kriteria-kriteria	Kelebihan	Kekurangan
		(+)	(-)
1	Biaya awal (murah atau mahal)	4	-4
2	Waktu pemesanan (cepat atau lambat)	3,5	-3,5
3	Waktu Pelaksanaan (cepat atau lambat)	3,5	-3,5
4	Kemudahan pelaksanaan (cepat atau lambat)	3,5	-3,5
5	Kekuatan dan mutu (baik atau jelek)	3	-3
6	Biaya pemeliharaan (rendah atau tinggi)	3	-3
7	Teknologi (manual atau dengan alat/teknologi)	2,5	-2,5
8	Sarana kerja (tersedia atau tidak tersedia)	2	-2
9	Pabrikasi (manual atau proses pabrikasi)	2	-2

Sumber: Sabrang, 1998

c. Analisis Tingkat Kelayakan

Analisis tingkat kelayakan menurut Hario Sabrang (1998), dari analisis kelebihan dan kekurangan telah didapat peringkat dari alternatif-alternatif. Berdasarkan alternatif-alternatif dengan peringkat yang tinggi akan dilakukan analisis alternatif atas tingkat kelayakan pengadaannya. Analisis ini dilakukan untuk menjawab waktu pelaksanaan dan pembuatannya yang pendek sehingga dapat diperoleh penghematan lebih besar. Pada analisis kelayakan pengadaan perlu ditetapkan kriteria sebagai parameter penilaian pada proses pembuatan komponen berdasarkan pada desainnya. Penilaian yang dilakukan dengan menentukan bobot dari masing-masing kriteria dan skala bobot dapat diambil antar 1 sampai dengan 5. Menurut Sabrang (1998), penilaian 1 sampai dengan 5 dapat diartikan yaitu nilai 5 adalah sangat baik, nilai 4 baik, nilai 3 cukup, nilai 2 jelek dan nilai 1 sangat jelek. Dari penilaian tersebut akan menghasilkan peringkat baru berdasarkan kriteria yang diukur dengan nilai perbandingan tersebut. Kriteria-kriteria pada tahap analisis kelayakan pengadaan tidak harus sama dengan kriteria pada analisis kelebihan dan kekurangan. Kriteria yang dilakukan dalam analisis kelayakan adalah sebagai berikut:

- 1) Biaya awal (mahal atau murah)
- 2) Waktu pemesanan (cepat atau lambat)
- 3) Waktu pelaksanaan di lapangan (cepat atau lambat)
- 4) Kemudahan pelaksanaan (mudah atau sulit)
- 5) Kekuatan dan mutu bahan (tinggi atau rendah)
- 6) Biaya pemeliharaan (murah atau mahal)
- 7) Teknologi (manual atau dengan alat/teknologi)
- 8) Sarana kerja
- 9) Pabrikasi

Menurut Sabrang (1998), analisis kelayakan pemanfaatan adalah menganalisis kelayakan untuk waktu yang akan datang, yaitu barang atau jasa yang telah tersedia atau jadi seperti rumah yang telah selesai dibangun mempunyai nilai manfaat untuk tempat tinggal. Misalnya umur bangunan 20 tahun, Teknik yang dipakai adalah

analisis manfaat dan biaya. Untuk memilih biaya yang hemat digunakan Teknik *life cycle cost*.

1. Tahap Perencanaan dan Pengembangan

Pada tahapan ini, dikembangkan alternative-alternatif yang telah terpilih melalui tahapan Analisa dibuat program pengembangannya sampai menjadi usulan yang lengkap. Untuk mendapatkan hasil kajian yang baik maka perlu melibatkan orang yang berkompeten sesuai dengan obyek yang dikaji. Program pengembangan dibuat berdasarkan rencana detail dari ide terevaluasi yang berguna untuk memperoleh semua informasi relevan untuk bisa mengembangkan program tersebut menjadi proposal yang dapat diterima serta untuk mengimplementasikannya. Dari setiap aspek yang relevan dengan kemampuan, desain, mutu, manufaktur, pengemasan dan pemasaran harus dipahami sebagai usaha merubah ide yang sudah dievaluasi menjadi proposal yang dapat diajukan.

2. Tahap penyajian dan tindak lanjut

Pada tahapan ini dilakukan persiapan dan penyajian kesimpulan dari hasil proses rekayasa nilai kepada pihak yang berkepentingan. Laporan hanya memaparkan secara jelas mengenai fakta dan informasi tentang perbandingan antara penilaian aspek teknis dan biaya desain awal terhadap hasil kajian rekayasa nilai untuk mendukung argumentasi yang disampaikan. Dalam laporan rekayasa nilai tersebut berisi antara lain sebagai berikut:

- Identifikasi proyek
- Penjelasan fungsi masing-masing komponen dan keseluruhan obyek pada saat sebelum dan sesudah dilakukan kajian rekayasa nilai.
- Perubahan desain berupa pengurangan dan peningkatan yang diusulkan.
- Perubahan biaya
- Total penghematan biaya yang akan diperoleh.

Untuk memastikan bahwa semua informasi yang relevan telah dikumpulkan untuk dipresentasikan, ada tiga bagian yang harus diperiksa, secara umum adalah sebagai berikut :

1. Desain awal
2. Desain yang diusulkan
3. Implementasi/pelaksanaan

Implementasi

Tahap implementasi dilaksanakan setelah penyajian presentasi dan laporan selesai dan usulan dinyatakan diterima oleh pihak manajemen. Pada penyusunan laporan harus disebarakan pada semua personel yang berkepentingan dengan menyebutkan desain sebelum dan sesudah serta hasil yang diraih dengan melakukan rekayasa nilai.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah atau tahapan rencana dari proses berfikir dan memecahkan masalah, mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data-data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung dilapangan. Dan melakukan pengolahan data sampai dengan penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

Lokasi Penelitian

Obyek dari penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan *Fly Over interchange* Manado *Bypass* yang berlokasi di kecamatan Maumbi kabupaten Minahasa Utara di Provinsi Sulawesi Utara, dimana Proyek tersebut telah selesai dikerjakan. (gambar 1). sebagai berikut:



Gambar 1. Lokasi obyek penelitian

Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer (data pokok)

Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan sendiri oleh peneliti melalui hasil wawancara langsung terhadap pihak-pihak yang telah terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan proyek Fly over interchange manado bypass tersebut, seperti data-data sebagai berikut:

- Data lokasi proyek
- Gambar desain proyek
- Daftar harga material
- Daftar harga upah
- Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- Jenis-jenis alat berat.
- Metode Pelaksanaan Proyek

2. Data sekunder (data pelengkap)

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi/perusahaan yang terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan sebagai data pelengkap seperti, data wawancara dan observasi, data manajemen proyek, serta literatu-literatur dan media yang berhubungan dengan proyek yang akan dilakukan penelitian.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dapat dilakukan dengan cara :

1. Studi Literatur

Mencari data dan informasi yang relevan tentang landasan teori yang bersumber pada referensi yang relevan dengan topik penelitian.

2. Observasi

Mendapat data secara langsung dengan mengamati hal-hal yang berhubungan dengan penelitian.

Analisa Data

Analisis data akan menggunakan metode rekayasa nilai (*Value Engineering*) terhadap alternatif jenis pondasi yang akan digunakan pada pondasi abutmen dan pilar pada proyek Fly Over Interchange Manado Bypass untuk menghasilkan efisiensi biaya dengan adanya suatu penghematan biaya (*saving cost*). Tahapan

yang dilakukan adalah dengan langka-langka sebagai berikut:

1. Tahapan Informasi

Pada tahapan ini para estimator *value engineering* (VE) harus mengumpulkan data-data melalui wawancara maupun langsung dengan pihak terkait mengenai informasi proyek melalui kontraktor, Owner, konsultan dan data yang didapatkan dari instansi terkait seperti informasi proyek, yang terdiri dari konsep perencanaan dan gambar desain, RAB, master schedule, tenaga kerja, jenis pekerjaan, bahan/material, metode pelaksanaan pekerjaan dan referensi lainnya. Pengumpulan data diperlukan untuk mengetahui pendapat dan masukan dari pihak-pihak yang berkepentingan dalam proyek tersebut serta dapat mengetahui karakteristik suatu proyek mulai dari item pekerjaan, harga satuan, volume pekerjaan, metode kerja, jenis peralatan dan material yang akan digunakan serta durasi waktu proyek dengan mengkaji fungsi dan mencatat biaya.

Tahapan tersebut dijabarkan sebagai berikut:

a) Breakdown cost model

Pada model ini sistem dilakukan susunan biaya dari tahapan elemen yang tinggi sampai pada elemen yang terendah, dengan mencantumkan biaya untuk menggambarkan distribusi pengeluaran. Selain biaya nyata yaitu biaya dari hasil desain yang tidak ada, dicantumkan juga nilai manfaat, yang merupakan hasil estimasi tim rekayasa nilai berupa biaya terendah untuk memenuhi fungsi dasar.

b) Analisis fungsi

Analisis fungsi bertujuan untuk :

- Mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjang (*secondary function*).
- Mendapatkan perbandingan antara biaya dengan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut.

2. Tahapan Spekulasi/Kreatif

Pada tahapan ini setelah masalah diidentifikasi dan dirumuskan dilakukan spekulasi dimana dimunculkan ide-ide kreatif untuk pemecahan masalah yang telah dirumuskan. Ide-ide tersebut dapat diperoleh dari mereka yang terlibat langsung dengan obyek yang sedang dibahas, dari bidang perencanaan perusahaan. Dengan tujuan mendengarkan dan mencatat ide

atau pemikiran sebanyak mungkin tanpa mengkritiknya kemudian menganalisis. Dengan pendekatan berfikir sepenuhnya untuk keperluan fungsional, sehingga banyak memunculkan ide-ide baik mengenai penyelesaian bahan usulan.

Ada beberapa hal yang akan dilakukan analisis dalam tahapan ini yaitu:

- Penghilangan kombinasi
- Standarisasi atau penyederhanaan
- Tantangan atau identifikasi
- Pemeliharaan dan operasi
- Kebutuhan-kebutuhan atau biaya

Hasil dari tahapan spekulasi/kreatif yang dilakukan hasilnya akan diperoleh alternatif jenis pekerjaan yang akan dikerjakan dengan efisiensi biaya yang lebih ekonomis pada proyek *fly over interchange manado bypass* dan teknik pelaksanaannya.

3. Tahapan analisis

Pada tahapan ini dilakukan Analisis keuntungan dan kerugian atau kelebihan dan kekurangan serta metode pelaksanaan pekerjaan pada alternatif yang dihasilkan pada tahapan kreatif. Berdasarkan hasil dari analisis dari segi waktu, biaya, fungsi dan metode pengerjaan yang dianalisa dari beberapa alternatif yang ditentukan, dipilih salah satu atau beberapa alternatif yang akan dijadikan sebagai pilihan untuk dilakukan tahap tindak lanjut dan pengembangannya.

Tahapan analisis ini ada beberapa tahapan penilaian yang dapat dilakukan yaitu dengan membuat kriteria penilaian, analisis keuntungan dan kerugian, serta dilakukan analisis kelayakan untuk memperoleh alternatif-alternati pilihan yang akan dilakukan. Untuk lebih jelas dijabarkan sebagai berikut:

a) Penentuan Kriteria Penilaian

Penentuan kriteria dilakukan sebagai parameter untuk menetapkan alternatif pilihan pengganti jenis pondasi pada proyek Ply Over Interchange Manado Bypass dari sudut pandang parah ahli dalam memilih jenis pondasi adalah sebagai berikut:

- Biaya awal
- Kemudahan pelaksanaan
- Waktu pelaksanaan
- Waktu pemesanan
- Sarana dan tenaga kerja
- Kekuatan dan mutu material

- Biaya pemeliharaan
- Teknologo
- Pabrikasi

Dari beberapa kriteria penilaian tersebut diatas akan dilakukan penyebaran kuisioner kepada pihak-pihak yang ada kaitannya penelitian ini untuk memberikan jawaban terhadap permasalahan yang diteliti.

b) Analisis Keuntungan dan Kerugian

Dari hasil responden terhadap kriteria penilaian tersebut diatas dilakukan pertimbangan terhadap alternatif yang memudahkan untuk memilih alternatif yang menguntungkan (+) dan dipilih untuk diajukan pada tahap selanjutnya.

c) Analisis Tingkat Kelayakan

Setelah dilakukan analisis keuntungan dan kerugian dilanjutkan dengan analisis tingkat kelayakan dilakukan pembahasan dan dinilai secara subyektif. Untuk mendapatkan pilihan alternatif benar-benar sebagai pilihan yang selektif sehingga analisis ini dilakukan.

4. Tahapan perencanaan dan pengembangan

Pada tahapan ini dilakukan pengembangan dari hasil Analisa pilihan alternatif yang telah dilakukan, yang kemudian hasil analisa pilihan alternatif tersebut dianalisis secara detail dengan Analisa teknis dan perhitungan biaya siklus hidup/*Life cycle cost (LCC)*. LCC dilakukan untuk menentukan alternatif dengan biaya paling rendah dengan memperhatikan dari sisi biaya awal, biaya pemeliharaan, umur kontrak, tingkat bunga, nilai sisa (*save value*) serta perhitungan penghematan dan LLC.

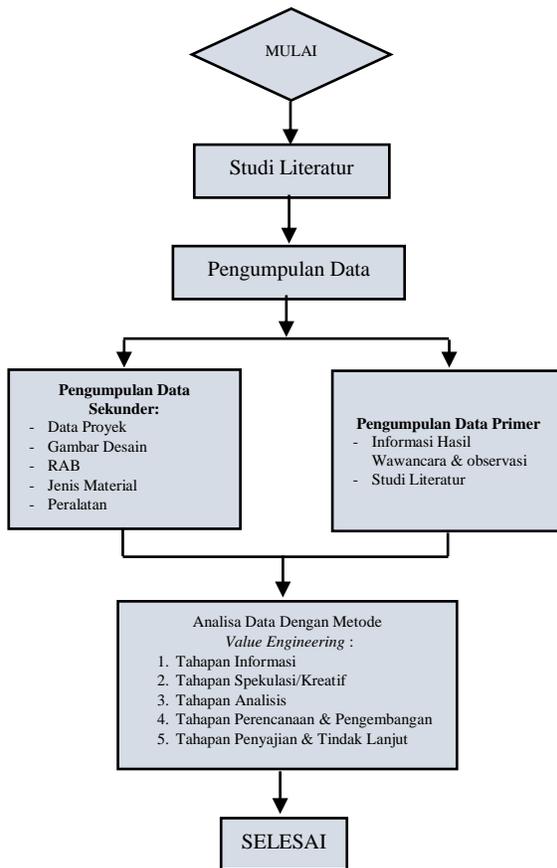
5. Tahapan penyajian dan tindak lanjut

Pada tahapan ini dilakukan pelaporan dan merekomendasikan hasil alternatif yang dipilih secara lisan dan tertulis. Pada tahapan ini perbandingan penghematan biaya dari desain lama dan desain baru/desain usulan dijelaskan dalam bentuk tabel.

Bagan Alir Penelitian

Pada bagan alir penelitian ini digambarkan tentang proses atau tahapan penelitian secara keseluruhan penelitian ini sebagai pedoman dalam melakukan penelitian sehingga untuk dapat hasil yang akan dicapai dalam penelitian ini.

Adapun bagan alir tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

PEMBAHASAN DAN HASIL

Tahap Informasi

Pada tahapan informasi adalah tahap awal yang dilakukan dalam Pengumpulan atau pengambilan data sebanyak-banyaknya baik berupa lisan maupun tertulis mengenai desain perencanaan pondasi pada proyek pembangunan *Fly Over Interchange Manado Bypass* mulai dari data umum proyek, hingga item-item pekerjaan pada obyek yang diteliti, mendapatkan item pekerjaan yang akan dilakukan pengalihan sebagai alternatif yang akan dilakukan pada tahap kreatif dan analisa.

Untuk dilakukan *Value Engineering* pada jenis pondasi tiang pancang (*Existing*) dan *bore pile* (alternatif pondasi yang telah dipilih) untuk mengetahui fungsi-fungsi, pelaksanaannya/metode mudah dikerjakan, biaya yang lebih

murah dan ekonomis tanpa mengurangi bentuk dari obyek tersebut. Pada tahapan informasi ini berisi penjelasan tentang pemilihan item pekerjaan seperti *cost model* dan *breakdown cost*. Daftar pemeriksaan fase informasi meliputi beberapa bagian sebagai berikut:

Data Proyek

- Nama proyek : *Fly Over Interchange Manado Bypass*
- Lokasi proyek : Kecamatan Maumbi kabupaten Minahasa Utara
- Pemilik proyek : SATKER Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Sulawesi Utara.
- Nilai proyek : Rp. 78.378.387.000.00
- Biaya pekerjaan Pondasi : Rp. 5,086,816,632,80
- Kontraktor Pelaksana : SUMBERSARI-NA JI INDONESIA, KSO

Data Teknis:

- Jenis material : *Hollow Close End*
- Diameter pile : 60 cm
- Kedalaman rencana : 24 m
- Gambar Desain : Dilampirkan
- Jumlah Tiang Pancang : Pada Abutmen 70 titik (total pada abutmen 1 dan 2 masing-masing 35 titik) dan Pilar 36 titik (pada satu pilar tengah). Jumlah keseluruhan tiang yang akan dipancang adalah 106 titik.
- Peralatan: *Teodolite, Waterpas, Exavator, Hammer, Truk, Crowler Crane, Exavator, Alat Pancang dan Genset.*

Berdasarkan *Value engineering job plan* ada beberapa tahapan yang telah diuraikan pada metodologi penelitian yaitu tahapan informasi, tahapan spekuulasi/kreatif, tahapan analisis, tahapan perencanaan dan pengembangan, tahapan, tahap penyajian dan tindak lanjut. Tahap penilaian ini disebut dengan tahap analisis (Mictchel dan Chandra, 1988). Dalam tahap analisis ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu penentuan kriteria penilaian, analisis keuntungan dan kerugian, serta analisis kelayakan untuk memperoleh alternatif-alternatif sebagai pilihan yang akan dilakukan.

Penentuan kriteria penilaian

Penentuan kriteria dilakukan untuk menetapkan apakah alternatif tersebut dalam

penulisan tesis ini diperlukan Kriteria-kriteria sebagai penilaian atau parameter dari sudut pandang para ahli dalam memilih jenis pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* adalah sebagai berikut:

1. Biaya awal
2. Kemudahan pelaksanaan
3. Waktu pelaksanaan
4. Waktu pemesanan
5. Sarana dan tenaga kerja
6. Kekuatan dan mutu material
7. Biaya pemeliharaan
8. Teknologi
9. Pabrikasi

Dari beberapa kriteria tersebut diatas maka akan dilakukan ranking dari nilai kecil ke besar berdasarkan kuisioner yang disebarkan kepada 10 responden dari berbagai kalangan baik dari instansi terkait maupun dari konsultan dan kontraktor serta para ahli yang disiplin ilmunya terkait dengan pekerjaan proyek tersebut. Untuk penilaian penentuan *ranking* kriteria yaitu dengan memberikan penilaian urutan 1 sampai 9 dengan menentukan nilai terbesar urutan pertama sampai dengan nilai terkecil menjadi urutan terakhir. Berdasarkan hasil responden didapatkan urutan ranking seperti pada tabel 20.

Analisis keuntungan dan kerugian

Pada analisis keuntungan dan kekurangan proses analisis ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan dari segi keuntungan (+) dan kerugian (-) pada setiap kegiatan terhadap kriteria. Pada tabel 21. ide-ide analisis setiap pengeboran dan pelaksanaan pekerjaan pondasi *bore pile* dengan alat *bore pile* dengan mengukur kriteria-kriteria dengan melihat dan membandingkan dari segi kelebihan dan kekurangan dari masing-masing kriteria sebagai parameter dalam memilih alternatif.

Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pemilihan alternatif untuk dapat diajukan pada tahapan selanjutnya. Pemberian nilai untuk nilai keuntungan dan nilai kekurangan berdasarkan tabel 5. tentang bobot nilai dari masing-masing kriteria. Pada tabel 21. Dengan memilih kegiatan yang menguntungkan dapat mudah untuk memilih kegiatan yang dapat dianjurkan pada tahap selanjutnya. Pada tahapan ini berdasarkan penilaian tersebut dapat kita

urutkan berdasarkan nilai tertinggi yaitu: Pondasi tiang pancang (+93) dan yang kedua adalah pondasi *bore pile* (+86).

Analisis tingkat kelayakan

Analisis kelayakan adalah salah satu cara yang dipakai untuk membahas dan menilai secara subyektif alternati-alternatif yang telah dipilih karena sulit untuk mendapatkan nilai yang ideal. Untuk mendapatkan pilihan alternatif benar-benar sebagai pilihan yang selektif maka dilakukan analisis kelayakan terhadap alternatif jenis pondasi yang akan digunakan pada pekerjaan *fly over interchange* Manado *bypass*. Berdasarkan analisis keuntungan dan kerugian yang telah dilakukan pada tabel 20. kegiatan yang akan diproses pada tahapan analisis kelayakan ini adalah kegiatan pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile fly over interchange* Manado *bypass*.

Dari kedua jenis pekerjaan pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* yang dilihat dari analisis keuntungan dan kerugian yang telah dianalisis itu kemudian dilakukan lagi analisis tingkat kelayakan yang dapat dilihat pada tabel 21. Dengan rekapitulasi jawaban responden terdapat pada lampiran 4. Dari analisis tingkat kelayakan dapat dibuat kesimpulan bahwa jenis pondasi pada pekerjaan *fly over interchange* Manado *bypass* berdasarkan *ranking* yang tertinggi adalah pekerjaan pondasi tiang pancang dan berikutnya adalah pondasi *bore pile*.

Pembahasan

Untuk memberikan alternatif dalam menetapkan keputusan untuk sesuatu hal yang efisien dan efektif yaitu memiliki nilai ekonomis adalah tujuan dari *value engineering*. Untuk hal tersebut dilakukan beberap tahapan analisis untuk menentukan alternatif pondasi yang akan dipilih yaitu dengan melakukan analisis kelebihan dan kekurangan yang dilanjutkan lagi dengan analisis kelayakan dan yang terakhir yaitu dilakukan analisis kelayakan pemanfaatan dengan metode *life cycle cost*. Dari beberapa tahapan yang dilakukan maka tersaringlah suatu alternatif yang menjadi pilihan atau pilihan terbaik.

Alternatif jenis pondasi yang terpilih yang efektif serta efisien dan mempunyai kemungkinan dikembangkan untuk mendapatkan penghematan atau peningkatan kerja yang

optimal. Tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan pilihan jenis pondasi alternatif dengan tahapan penilaian adalah sebagai berikut:

Analisis keuntungan dan kerugian

Pada tahapan ini analisis keuntungan dan kerugian dari desain yang ditinjau secara kasar dengan meminta pendapat para ahli dibidang pekerjaan pondasi pada abutmen dan pilar jembatan proyek *fly over interchange* Manado *bypass*. Kriteria penilaian yang dilakukan meliputi biaya awal yang murah mendapat nilai (+4) dan biaya awal yang mahal akan mendapatkan nilai (-4). Kriteria mengenai kekuatan yang tinggi mendapatkan nilai (+3) dan sebaliknya kekuatan yang rendah mendapatkan nilai (-3). Dengan cara yang sama begitu juga dilakukan penilaian pada beberapa kriteria yang ada pada tabel 5. Pemberian kriteria penilaian. Dengan demikian analisis kelebihan dan kekurangan akan mendapatkan angka-angka yang positif dan negatif sebagai tolak ukur penilaian. Penilaian secara total dilakukan baik yang positif maupun negatif. Jika alternatif mempunyai nilai negatif maka hal-hal yang merupakan kekurangan dari alternatif tersebut lebih dominan dari pada nilai kelebihan dari alternatif tersebut. Jika kita mendapatkan hal yang demikian maka alternatif tersebut dikatakan tidak layak.

Berdasarkan analisis keuntungan dan kerugian pada tabel 20. Desain awal pondasi tiang pancang memiliki nilai lebih besar yaitu +93 dan alternatif pondasi pengganti (*bore pile*) mendapatkan nilai kecil yaitu +86. Setelah dilakukan analisis dari segi keuntungan dan kerugian antar jenis pondasi desain awal dan perubahan desain atau alternatif pengganti maka dilanjutkan lagi dengan tahap selanjutnya yaitu pada tahapan analisis kelayakan.

Analisis kelayakan

Setelah mendapatkan kriteria alternatif desain dengan nilai yang paling tinggi kemudian kedua jenis pondasi yang telah terpilih disaring kembali dalam analisis kelayakan. Hal ini untuk mendapatkan tingkat kepercayaan pemilihan alternatif desain yang tepat. Berdasarkan analisis kelayakan ini jenis pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* adalah jenis pondasi yang layak dan memiliki nilai yang tinggi dari Analisa keuntungan dan kerugian yang telah dilakukan

adalah sebagai bahan perbandingan yang cocok digunakan pada pondasi *fly over interchange* Manado *bypass*.

Berdasarkan analisis kelayakan ini, jenis pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* alternatif jenis pondasi yang dapat digunakan pada pekerjaan proyek *fly over interchange* Manado *bypass*. Dimana untuk jenis pondasi tiang pancang memiliki nilai +38 dan jenis pondasi *bore pile* memiliki nilai +34,5. Penetapan ini ditentukan berdasarkan kelayakan teknis pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* sesuai kondisi lapangan.

Analisis pengembangan

Dalam analisis pengembangan untuk alternatif jenis pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* adalah alternatif pondasi yang dapat memenuhi fungsi utamanya sehingga dapat digunakan sebagai alternatif jenis pondasi pada pekerjaan proyek *fly over interchange* Manado *bypass*. Jenis pondasi tiang pancang dan *bore pile* kemudian dianalisis secara teknis pemancangan dan pengeboran, penggunaan alat, keuntungan dan kekuarangan alat, kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan serta kecepatan pelaksanaan kerja yang dilakukan.

Analisis biaya siklus hidup

Dalam analisis ini diperhitungkan biaya siklus hidup, biaya pemeliharaan dan perawatan yang selanjutnya diperoleh penghematan biaya dari alternatif pilihan. Analisis ini dilakukan berdasarkan metode *life cycle cost* yang berarti kelayakan pada waktu yang akan datang dapat dicapai. Dari analisis ini diperoleh alternatif jenis pondasi tiang pancang dengan biaya sebesar Rp.385,489,562.30 dan untuk pekerjaan pondasi *bore pile* dengan biaya Rp.395.475.018,20 seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Biaya siklus hidup pondasi *fly over interchange* Manado *bypass*

	Perencanaan		Alternatif Pengganti
	Awal	Selisih	
Netto nilai annual biaya kepemilikan dan operasi	385,489,562.30		395,475,018.20
Selisih terhadap alternatif		9,985,455. 90	
Presentase (%)		1.3 %	

Sumber: Hasil olahan

Dari hasil analisis *value engineering* pada pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* yang dilakukan maka didapatkan nilai yang paling murah untuk analisis biaya siklus hidup adalah jenis pondasi tiang pancang dengan selisih 1,3 % lebih murah dari jenis pekerjaan dengan jenis pondasi *bore pile*. dan selisih untuk biaya awal pelaksanaan pekerjaan antara pondasi tiang pancang dan *bore pile* adalah 1.1% dimana biaya tiang pancang lebih murah. Maka dapat dikatakan bahwa jenis pondasi tiang pancang layak untuk dipakai pada proyek pembangunan *fly over interchange* Manado *bypass*. Namun dengan mempertimbangkan permasalahan pada studi khusus pekerjaan *fly over interchange* Manado *bypass* dimana pekerjaan pondasi tiang pancang tidak bisah dikerjakan dengan alasan kondisi tanah yang keras. Sehingga jenis pondasi *bore pile* dipilih sebagai alternatif pengganti dari pekerjaan pondasi tiang pancang. Dengan permasalahan tersebut maka dapat diperkirakan bahwa biaya pekerjaan pondasi pada proyek *fly over interchange* Manado *bypass* mengalami pembengkakan biaya akibat dari perubahan desain yang dilakukan.

Berdasarkan studi kasus ini maka, jika pada awal desain dipakai jenis pondasi *bore pile* pada proyek *fly over interchange* Manado *bypass* maka penambahan biaya yang dilakukan adalah sebesar 1,1%. Karena dilakukan perubahan desain sehingga untuk pekerjaan pondasi *bore pile* harus ditambahkan biaya sebesar 69,84% atau sebesar Rp. 1.760.776.034,84.

PENUTUP

Kesimpulan

Dengan dilakukannya analisis dan pembahasan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) terhadap pelaksanaan pekerjaan pondasi pada *fly over interchange* Manado *bypass* di kabupaten Minahasa Utara provinsi Sulawesi Utara diperoleh kesimpulannya adalah sebagai berikut:

1. Dengan dilakukannya *value engineering* pada pada pekerjaan pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* maka didapatkan efisiensi biaya sebesar 1,1 % atau sebesar Rp.65.059.000,00 antara biaya pekerjaan dari

jenis pondasi tiang pancang (Desain awal) dan pondasi *bore pile* (Perubahan Desain), dimana biaya pekerjaan jenis pondasi tiang pancang lebih murah dibandingkan pondasi *bore pile* dan namun dari segi waktu pelaksanaan pekerjaan jenis pondasi *bore pile* lebih cepat. Sehingga untuk pelaksanaan pekerjaan dengan jenis pondasi *bore pile* untuk pelaksanaan pekerjaannya hanya ditambahkan 1,3 % dari biaya awal desain.

2. Dengan dilakukannya analisis *value engineering* pada pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* maka jenis pondasi *bore pile* adalah alternatif pilihan dari segi mutu, biaya dan waktu yang lebih ekonomis yang dapat digunakan pada pekerjaan proyek tersebut.

Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada pekerjaan pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna untuk melakukan pekerjaan yang sama seperti pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan rekayasa nilai (*value engineering*) pada pelaksanaan pekerjaan pondasi *fly over interchange* Manado *bypass* sebaiknya dilaksanakan pada tahap awal perencanaan proyek (pradesain) sehingga dapat diperoleh suatu penghematan sesuai dengan tujuan *value engineering* (VE).
2. Dengan mempertimbangkan studi khusus ini, maka lebih baik *value engineering* dilakukan pada awal perencanaan proyek sehingga penghematan biaya dapat diperoleh penghematan biaya tanpa ada pembengkakan biaya dan waktu yang akan terjadi akibat dari perubahan desain yang akan dilakukan.
3. Perluh kerja sama tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu yang terkait dengan objek yang akan dikerjakan untuk mendapatkan penghematan biaya sesuai dengan tujuan dari *Value Engineering*(VE).
4. Berdasarkan khusus pada penelitian ini penentuan jenis pondasi yang akan digunakan harus ditentukan berdasarkan daya dukung tanah setempat berdasarkan Hasil SPT.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, 2008. *Analisis Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang dan Bore Pile Jembatan Suramadu*, NEUTRON, VOL.8, NO.2, hlm 1-13.
- Dunggio, Suharto Dj., 2012. *Analisis Konstruksi Bawah Dermaga Laut dengan Metode Rekayasa Nilai (RN)*, Tesis Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Nasrul., Oscar, Tri Wahyu., 2017. *Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi*, Jurnal Teknik Sipil ITS Vol.4 No.1. ISSN 2354-8452. Institut Teknologi Padang.
- Sabrang, Hario., 1998. *Engineering Nilai*, Diktat Kuliah. Program Pascasarjana, Program Studi Magister Teknik, Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- Saptono, Adi., 2007. *Analisis Penentuan Bangunan Atas Jembatan dengan Metode Rekayasa Nilai (Studi Kasus pada Jembatan Kali Pekacangan Kecamatan Kejobong Purbalingga)*, Tesis Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Soeharto Imam, 1995, *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soeharto Imam, 1997, *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Iman. 2001. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional, Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Sombah, Mario Cristian., 2016. *Studi Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Pemancangan Dengan Metode Value Engineering Pada Proyek Interchange Maumbi-Manado*, Jurnal Ilmiah Media Engineering Vol.6, No.1. (448-462) ISSN:2087-9334. Universitas Sam Ratulagi Manado.
- Wibowo, Levin., 2017. *Penerapan Value Engineering pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Rumah Sakit Di Kota Sraggen)*, Tesis Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Wicaksono, Ananda Yogi., Utomo, Cristiono., 2012. *Penerapan Value Engineering pada Pembangunan Proyek Universitas Katolik Widya Mandala Pakuwon City-Surabaya*, Jurnal Teknik ITS Vol.1, No.1. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Halaman ini sengaja dikosongkan