

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait integrasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan *Value Engineering* (VE) telah banyak dilakukan penelitian di proyek konstruksi di berbagai negara dengan pendekatan penelitian studi kasus. VE dan BIM menjadi perlu untuk diteliti karena adanya pendapat bahwa penerapan VE dengan BIM dalam proyek konstruksi, bahwa alat yang sangat efektif untuk mengidentifikasi biaya yang tidak diperlukan dalam desain. Integrasi antara BIM dan VE memiliki sistem kerja yang mendukung dalam fase kreatif untuk membantu studi VE dalam memvisualisasikan berbagai alternatif desain proyek dalam pemilihan alternatif. Bahkan untuk perbandingan alternatif dilakukan secara visual melalui model BIM 3D, penjadwalan 4D, dan estimasi biaya 5D sehingga menawarkan sejumlah manfaat dari peningkatan efisiensi, akurasi, kecepatan, koordinasi, konsistensi, keberlanjutan, dan pengurangan biaya proyek. [1].

Terkait dengan pendapat bahwa BIM dengan VE dapat menghemat biaya dan efektivitas waktu, Studi Berikut ini bertujuan untuk melanjutkan upaya optimalisasi teknologi BIM dan VE dalam penjadwalan dan biaya. Studi ini mengusulkan kerangka kerja BIM dengan VE untuk meningkatkan nilai, meminimalkan biaya, meningkatkan jadwal, dan mendukung kemudahan pertukaran informasi. Kerangka yang diusulkan memberikan opsi untuk mengevaluasi alternatif material secara virtual, optimalisasi desain, penilaian biaya, dan meningkatkan keamanan konstruksi. Penulis menggunakan studi kasus untuk menunjukkan bagaimana integrasi BIM dan VE dapat diselaraskan dan diterapkan

secara progresif pada fase desain melalui rencana kerja VE. Hasilnya menunjukkan pentingnya penggunaan BIM dan VE untuk meningkatkan fungsionalitas proyek, kinerja, dan koordinasi tim selama siklus hidup proyek. [11].

Selanjutnya ada penelitian serupa yaitu integrasi BIM dengan VE untuk mengendalikan dan mengelola biaya proyek menggunakan studi kasus. penelitian ini menunjukkan bagaimana BIM dan VE memfasilitasi pengendalian biaya dan meningkatkan fungsionalitas dan kinerja proyek. Manfaat dari pendekatan terpadu yang dikembangkan dalam penelitian mencakup analisis informasi biaya dan fungsi yang lebih cepat dan akurat, proses pengambilan keputusan yang cepat, analisis langsung terhadap dampak perubahan pada desain bangunan, Membuktikan biaya proyek, jadwal, dan kualitas. Secara khusus, BIM memfasilitasi penerapan dan validasi ide-ide yang dihasilkan untuk menyempurnakan desain dan konstruksi bangunan. Keuntungan dari pengintegrasian kedua pendekatan ini dapat diwujudkan pada tahap desain, konstruksi, dan pengoperasian. Selama perancangan, BIM digunakan untuk mendeteksi bentrokan, dan model 3D memfasilitasi pemahaman komponen bangunan. Meskipun penelitian BIM dengan VE sudah dilakukan, namun masih dapat keterbatasan. Studi tersebut didasarkan secara eksklusif pada konteks Fujian, Tiongkok. Oleh karena itu, hasilnya mungkin berbeda di negara lain atau jenis proyek konstruksi lainnya [8].

Berdasarkan tinjauan terhadap berbagai penelitian terdahulu tampak bahwa penelitian terkait dengan BIM dengan VE menjadi topik yang penting untuk dibahas. Di Indonesia sendiri belum banyak meneliti integrasi BIM dengan VE di industri konstruksi karena BIM adalah salah teknologi yang baru dikenal di industri

konstruksi Indonesia. Penelitian pada integrasi BIM dengan VE ini akan menjadi bagian penting dalam perkembangan industri konstruksi untuk mencapai tujuan yang besar, yaitu kemajuan infrastruktur di Indonesia. Untuk studi selanjut akan berfokus pada integrasi *building information modeling* (BIM) dengan *value engineering* (VE) dalam efisiensi biaya dan waktu untuk proyek konstruksi.

2.2. Landasan Teori

Landasan teori yang ada untuk mengidentifikasi kajian-kajian yang membahas BIM dan VE. Basis data elektronik yang dicari sebagian besar adalah *Google Scholar* ("*Google Scholar*," 2023), *scopus* ("*scopus*,"2023), *web page*, dan *Ebook*.

2.2.1. Building Information Modeling

Building Information Modeling (BIM) secara konseptual diciptakan pada tahun 1970-an. Implementasi pertama dari konsep virtual konstruksinya dilakukan oleh *Archi-CAD Graphisoft* yang memulai debutnya pada tahun 1987-an. Sejak periode itu lebih banyak lagi perusahaan perangkat lunak telah mengembangkan perangkat lunak alternatif yang mampu mendesain dalam BIM.

2.2.2. Pengertian BIM

BIM adalah representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan atau proyek infrastruktur. Proses kolaboratif yang memungkinkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk arsitek, insinyur, kontraktor, dan manajer fasilitas, untuk bekerja sama dalam platform bersama. Tidak seperti gambar dan model 2D tradisional, BIM menyediakan model struktur virtual tiga dimensi (3D), yang diperkaya dengan data dan informasi [12],[13]. Pemodelan informasi bangunan (BIM) adalah proses pemodelan perangkat lunak cerdas yang

dapat digunakan oleh arsitek, insinyur, dan kontraktor untuk berkolaborasi dalam desain, konstruksi, dan pengoperasian bangunan [14]. Teknologi BIM adalah salah satu perkembangan paling menjanjikan dalam industri arsitektur, teknik, dan konstruksi (AEC). Dengan teknologi BIM, model bangunan virtual yang akurat dibangun secara digital [15]. Salah satu keunggulan utama BIM adalah kemampuannya untuk meningkatkan kolaborasi dan komunikasi antar anggota tim proyek. Model BIM bersama bertindak sebagai tempat penyimpanan data proyek yang terpusat, memungkinkan kolaborasi dan koordinasi secara *real-time*. Semua pemangku kepentingan dapat mengakses dan berkontribusi pada model ini, sehingga memudahkan penyelesaian konflik, mendeteksi bentrokan, dan meningkatkan efisiensi proyek. Pendekatan kolaboratif ini mendorong pengambilan keputusan yang lebih baik, mengurangi kesalahan, dan meminimalkan pengerjaan ulang selama proses konstruksi [12]. BIM sebagai salah satu sistem teknologi kolaboratif yang memungkinkan arsitek, insinyur, pengembang *real estate*, kontraktor, produsen, dan profesional konstruksi lainnya untuk merencanakan, merancang, dan membangun struktur atau bangunan dalam satu model 3D. Berdasarkan model cerdas dan diaktifkan oleh platform *cloud*, BIM mengintegrasikan data multidisiplin terstruktur untuk menghasilkan representasi digital suatu aset di seluruh siklus hidupnya, mulai dari perencanaan dan desain hingga konstruksi dan operasi [16][17].

2.2.3. Manfaat Penggunaan BIM

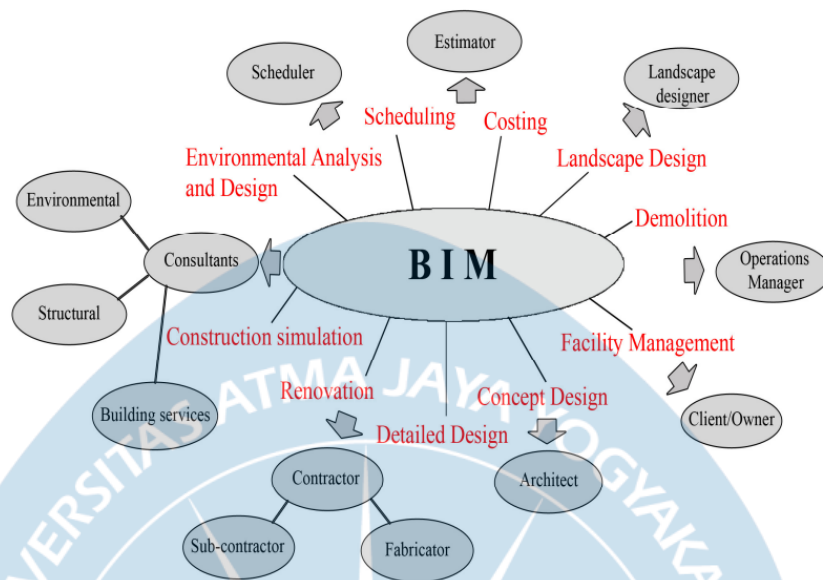
Manfaat penggunaan BIM adalah menghubungkan tim, alur kerja, dan data di seluruh siklus hidup proyek mulai dari desain dan teknik hingga konstruksi dan

operasi untuk mewujudkan cara kerja yang lebih baik dan hasil yang lebih baik [18].

Berikut beberapa manfaat penggunaan BIM dalam proyek:

1. BIM 3D membantu anggota proyek memilih skenario terbaik proyek secara keseluruhan.
2. Meningkatkan kolaborasi antara pemangku kepentingan selama proyek berlangsung
3. Mengurangi biaya proyek
4. Memperbaiki jadwal proyek
5. Meningkatkan kualitas produk akhir secara keseluruhan

Sebagai teknologi penting dalam sektor konstruksi saat ini, BIM memberikan berbagai manfaat operasional bagi pemangku kepentingan. Dengan semakin pentingnya keberlanjutan, BIM menjadi teknologi yang diandalkan dalam dunia konstruksi masa depan[19][20]. BIM menghasilkan peningkatan transformasi industri konstruksi dan fasilitas saat ini sektor manajemen, menawarkan sejumlah manfaat dari peningkatan efisiensi, akurasi, kecepatan, koordinasi, pengurangan biaya proyek, analisis energi, dll., kepada berbagai pemangku kepentingan mulai dari pemilik hingga arsitek, insinyur, kontraktor dan pihak lain yang tertarik dengan teknik lebih jelasnya bisa lihat pada gambar berikut:



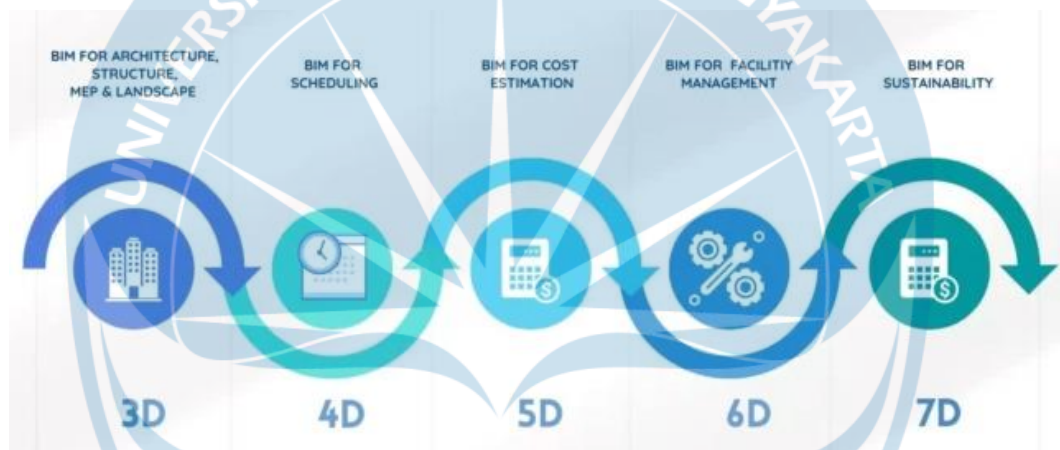
Gambar 2.1. BIM berbagai Pemangku Kepentingan dan Penyedia Jasa Layanan di Industry Konstruksi

CAD mendeskripsikan bangunan dengan tampilan 2D independen seperti denah, ketinggian, dan bagian, dan menggunakan sejumlah dokumen terpisah untuk menjelaskan bangunan tersebut. Pertimbangan penting dalam konteks data CAD 2D yang tidak akurat secara dimensi saat ini, salah satunya adalah proses yang rawan kesalahan salah satu penyebab utama buruknya dokumentasi. Model BIM adalah salah satu model pintar yang ditentukan ciri-ciri dan jenis unsur-unsurnya seperti ruang, dinding, balok, kolom dan mensimulasikan realitas melalui siklus hidup proyeknya. BIM menghasilkan banyak karakteristik fungsional yang diperlukan untuk memodelkan siklus hidup bangunan, memfasilitasi desain, proses konstruksi, dan komunikasi yang lebih terintegrasi peserta proyek, meningkatkan kualitas bangunan dengan biaya lebih rendah, mengurangi durasi proyek dan

mengoptimalkan proses bisnis baru yang memungkinkan seluruh siklus hidup bangunan [21].

2.2.4. Dimensi BIM

BIM mewakili peralihan dari praktik desain dua dimensi tradisional. BIM saat ini pemodelan dapat digunakan untuk pekerjaan multidimensi; seperti 3D 4D, 5D, 6D dan 7D [22]. Berikut berbagai Dimensi dalam Teknologi BIM yang ditunjukkan gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Dimensi BIM

2.1.4.1. BIM 3D

Model BIM 3D adalah geometris digital yang membentuk sumbu X, Y, dan Z yang terkait dengan informasi lain tentang proyek termasuk dalam BIM model 3D. Dalam Industri *Architecture, Engineering, and Construction* (AEC) banyak menggunakan teknologi pemodelan BIM 3D [23]. Model BIM 3D dibuat dengan representasi digital dari berbagai properti bangunan. Berisi bangunan pintar yang dapat memahami interaksi satu sama lain. Dalam modelnya dibedakan antara detail bangunan dan komponen fisiknya bangunan, seperti dinding, pintu, jendela,

dimensi dan properti [24]. Ketika tim proyek dapat membangun proyek secara virtual sebelum menjadi kenyataan, hal ini memungkinkan kelemahan desain yang besar dapat diidentifikasi dan diselesaikan tanpa penundaan biaya dan jadwal yang signifikan. Untuk proyek yang menyederhanakan konstruksi dengan koordinasi BIM, tim merasa terbantu dengan meningkatkan investasi waktu dan sumber daya selama fase desain dan perencanaan [25]. Dengan BIM 3D, juga bisa melakukan *Clash detection* antar elemen bangunan yang berbeda dapat diidentifikasi dan diselesaikan sebelum konstruksi dimulai. *Clash detection* ini tersebut mengurangi konflik di lokasi yang memakan biaya, meminimalkan pengerjaan ulang, dan meningkatkan koordinasi proyek secara keseluruhan [26].

2.1.4.2. BIM 4D

Desain 4D (penjadwalan item waktu): Menambahkan jadwal tahap proyek dan urutan konstruksi ke model 3D. Integrasi model 3D dengan jadwal konstruksi untuk memvisualisasikan urutan konstruksi pada tahap proyek. Proses ini memfasilitasi visualisasi proses konstruksi yang berurutan sedemikian rupa sehingga kesesuaian rencana konstruksi dapat ditinjau secara menyeluruh [27]. Dimensi 4D mengacu pada penambahan waktu pada 3D, sering disebut pemodelan 4D atau penjadwalan berbasis model. Hal ini dilakukan dengan menghubungkan objek dari model 3D ke dalam penjadwalan dengan menggunakan *software* seperti *Vico Office21*, *Synchro22* atau *Navisworks manage 2023* untuk visualisasi 3D. Pendekatan ini mengubah cara melakukan perencanaan proyek lebih mudah, sehingga memungkinkan untuk memvisualisasikan keseluruhan proyek konstruksi atau hanya beberapa fase saja, dan melihat waktu pelaksanaan tugas yang memengaruhi

alur kerja. Hal ini mencakup perbandingan jadwal yang direncanakan dan jadwal aktual; bentrokan berdasarkan waktu, seperti memverifikasi urutan yang direncanakan terhadap kegiatan yang dibatasi (yaitu pembongkaran, konstruksi permanen dan konstruksi sementara), perencanaan pemanfaatan lokasi [27], [28].

2.1.4.3. BIM 5D

Model BIM 5D memperkenalkan elemen biaya ke dalam proses pemodelan digital. Dengan mengintegrasikan data biaya dengan BIM 3D dan 4D, BIM 5D memungkinkan estimasi biaya, penganggaran, dan pengendalian yang akurat di seluruh siklus hidup proyek [26]. BIM 5D juga dianggap sebagai penghubung antara penjadwalan proyek 4D dan biaya penyediaan biaya konstruksi dengan waktu di mana model menunjukkan jadwal penagihan berdasarkan persentase biaya penyelesaian [29]. Dimensi ini memungkinkan akses terhadap biaya dan durasi proyek mulai dari desain awal hingga tahap akhir konstruksi [30].

2.1.4.4. BIM 6D

BIM 6D adalah Salah satu kemajuan penting dalam bidang manajemen konstruksi, sebuah pendekatan inovatif yang menggabungkan pemodelan 3D 4D waktu dan 5D biaya. Dengan gabungan model tersebut menjadi model BIM 6D yang merevolusi manajemen konstruksi, menawarkan platform yang komprehensif dan dinamis untuk meningkatkan pengambilan keputusan dan pengendalian proyek dengan baik dan secara akurat [26]. 6D adalah gabungan Model 3D hingga 5D ke dalam model BIM dengan informasi yang digunakan untuk mengoperasikan dan memelihara gedung. Dimensi ini digunakan untuk mengoptimalkan pengelolaan bangunan hingga dibongkar, menghubungkan informasi pabrikan dan konstruksi serta

informasi jaminan. Manajemen fasilitas siklus hidup mengacu pada fungsi-fungsi baru yang terkait dengan pemeliharaan dan penggunaan Gedung [21].

2.1.4.5. BIM 7D

BIM 7D memiliki fungsionalitas 6D dari kinerja keberlanjutan pilihan desain alternatif. Di sinilah konsep ramah lingkungan dalam dimensi ini menunjukkan bahwa analisis konsumsi energi harus dilakukan dan dapat menghasilkan optimasi dan perkiraan energi yang lebih akurat di awal proses desain. Model 7D memudahkan peserta proyek untuk memprediksi kinerja proyek sebelum dibangun. Meskipun 7D memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap perubahan desain, 7D mengoptimalkan desain dengan analisis, simulasi, dan visualisasi. Memfasilitasi pengambilan keputusan awal dan mengurangi total biaya proyek [24]. Dalam BIM 7D bertujuan untuk mengurangi konsumsi energi sepanjang siklus hidup proyek. Ini membantu para pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat terkait pemilihan komponen bangunan untuk efisiensi energi dan ini memfasilitasi analisis aspek ekonomi dan operasional suatu bangunan [23].

2.2.5. Value Engineering

VE berasal dari *General Electric*, AS, selama Perang Dunia Kedua. Inovasi diperlukan karena kelangkaan bahan penting. Beberapa material penting sulit diperoleh untuk memenuhi kebutuhan perlengkapan perang. Terpaksa mencari cara untuk memproduksi produk dengan menggunakan jumlah bahan yang lebih sedikit. Banyak penggantinya yang lebih murah dan kinerjanya lebih baik. Sebuah gugus tugas yang dipimpin oleh Mr. Lawrence D. Miles dibentuk untuk menemukan cara

terbaik untuk meningkatkan nilai produk tertentu. Posisi utamanya adalah mencari alternatif dengan biaya lebih rendah. Sistem yang mereka kembangkan adalah apa yang sekarang kita kenal sebagai VE, untuk menganalisis biaya produk dan menghilangkan biaya yang tidak perlu. Sebagai hasil dari investasi yang signifikan, metodologi baru ini dikembangkan, diuji dan terbukti sangat efektif [31].

The Department of Defense (DOD), Biro Kapal, adalah program pemerintah AS pertama yang menerapkan metodologi VE pada tahun 1954. Biro Kapal menyiapkan program yang memerlukan pengurangan biaya pembangunan kapal, yang meningkat dua kali lipat sejak akhir Perang Dunia Kedua. Program VE dipanggil untuk mencerminkan penekanan pada tujuan mereka dan sifat organisasi yang khusus untuk bidang teknik. Peraturan Pengadaan Departemen Pertahanan telah dimodifikasi untuk menetapkan VE sebagai program wajib bagi Departemen dan kontraktornya, sehingga memungkinkan kontraktor mempersiapkan perubahan VE dan berbagi penghematan yang diperoleh dari penerapan mereka [32]. Pada tahun 1985 proses VE sudah dikenal seluruh dunia. Proses tersebut mendirikan sebuah organisasi internasional bernama *American value Engineering Society* yang didedikasikan untuk praktiknya dan sertifikasi praktisi yang kompeten dalam proses VE. Selain itu, hal ini menghemat pengeluaran miliaran dolar, mulai dari peningkatan kualitas, pelayanan meningkatkan kepuasan pelanggan, peningkatan pendapatan, dan keuntungan [33].

2.2.6. Konsep VE

VE adalah tim multidisiplin yang sistematis dan intensif untuk meningkatkan nilai suatu desain, melalui analisis fungsi, memunculkan ide alternatif, meningkatkan

kinerja, dan mengurangi biaya tidak diperlukan. Dengan menggunakan berbagai pengetahuan dan pengalaman spesialis serta berfokus pada fungsi proyek atau proses, rekayasa nilai menyajikan hasil praktis untuk perbaikan yang cepat. Menurut *International Project Management Institute* (PMI), VE adalah perspektif kreatif untuk mengoptimalkan biaya siklus hidup, menghemat waktu, meningkatkan keuntungan, meningkatkan kualitas, meningkatkan pangsa pasar, memecahkan masalah, dan menggunakan sumber daya secara optimal [34]. VE adalah upaya terorganisir untuk meningkatkan biaya siklus hidup proyek. Hal tersebut adalah proses mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu sambil memastikan bahwa kualitas, keandalan, kinerja selama tahap desain dan konstruksi serta selama berbagai tahap siklus hidup proyek ditingkatkan dengan tujuan meningkatkan nilai bersih. Konsep VE identik dengan manajemen nilai, analisis nilai, dan pengendalian nilai. Beberapa istilah ini telah dirumuskan untuk meminimalkan kebingungan atas kata "rekayasa". Karena tidak harus menjadi seorang insinyur untuk menerapkan VE [32]. Perbedaan ketiga istilah tersebut digambarkan sebagai berikut:

Value Analysis (VA): metode sistematis untuk meningkatkan nilai dan kegunaan suatu barang. Item tersebut bisa berupa produk atau proses efisiensi biaya dengan mengevaluasi fungsionalitas suatu produk atau proses mengenai biaya. Hal tersebut membantu mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak perlu yang timbul saat membuat produk atau saat menjalankan fungsi bisnis[35].

Value Engineering (VE): digunakan untuk menggambarkan proses manajemen nilai yang berfokus pada peningkatan nilai dalam tahap desain dan konstruksi suatu proyek [36].

Value Management (VM): sebagai proses pendekatan sistematis dan kolaboratif untuk memahami, mendefinisikan, dan memberikan nilai kepada pemangku kepentingan. VM dapat mengoptimalkan sumber dayanya, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan kepuasan pemangku kepentingan dengan berfokus pada memaksimalkan nilai proyek. Proses tersebut melibatkan identifikasi tujuan utama, analisis fungsi, evaluasi alternatif, dan implementasi solusi inovatif [37].

VE didefinisi sebagai konsep konstruksi penting yang membantu analisis mengurangi biaya dan memastikan proyek selesai sesuai anggaran yang di rancang. Hal tersebut bisa melakukan identifikasi area mana yang hemat biaya dapat dilakukan tanpa mengurangi kualitas proyek secara keseluruhan. Hal tersebut juga melibatkan penggunaan data dan teknologi dunia nyata untuk digunakan mengevaluasi pilihan material, tarif tenaga kerja, teknologi dan peralatan, serta komponen lain yang berperan dalam dimulainya konstruksi suatu proyek [38]. VE bukan hanya saran atau proyek rutin atau peninjauan terhadap suatu rencana tertentu melainkan lebih dari sekedar “rekayasa yang baik”. Untuk lebih jelasnya, hal ini menghasilkan pengurangan biaya tetapi tidak mengubah fungsi produk dan tidak mengurangi kualitas produk [4].

VE adalah yang membantu industri konstruksi dengan meningkatkan efektivitas biaya. Tujuannya bukan untuk mengurangi biaya tetapi untuk “menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan”. Sangat mungkin bahwa VE akan menghasilkan

rekomendasi untuk meningkatkan biaya konstruksi proyek awal untuk memberikan penghematan bersih jangka Panjang [36].

2.2.7. Elemen VE

Berikut ini adalah elemen dasar VE:

Fungsi: Tujuannya adalah menganalisis produk untuk menentukan fungsi apa yang dimilikinya dan menghilangkan fungsi yang tidak perlu. Hal ini mungkin dianggap sebagai fungsi yang tidak diperlukan dan produk dapat dianggap dirancang secara berlebihan. Meneliti hubungan antara fungsi-fungsi penting dan biaya menghilangkan tumpang tindih fungsi [39].

Value: Adalah hubungan antara nilai suatu barang dan biaya moneter sebenarnya dari elemen tersebut. Nilai tertinggi diwakili oleh item dengan kualitas penting yang tersedia dengan biaya keseluruhan serendah mungkin yang dapat menjalankan fungsi yang diperlukan secara andal pada waktu dan tempat yang diinginkan [31].

$$Value = \frac{Fungsi+Quality}{Cost} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.1}$$

Di mana:

Fungsi = Pekerjaan spesifik yang harus dilakukan oleh suatu desain/item.

Quality = Kebutuhan pemilik.

Cost = Biaya siklus hidup produk.

Cost: Dapat didefinisikan sebagai metode yang dipilih untuk menjalankan fungsi yang sedang dipertimbangkan. Jadi, item tersebut memiliki lebih dari satu fungsi; biaya barang harus dirata-rata agar sesuai dengan setiap fungsi.

Indeks nilai: Merupakan rasio yang menyatakan fungsi untuk menentukan lokasi wilayah yang memiliki potensi penghematan tinggi.

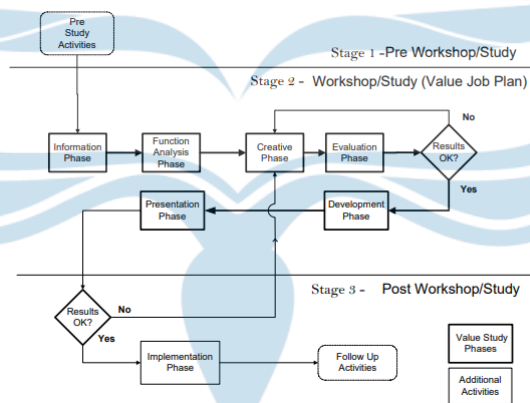
Indeks nilai dihitung dari Persamaan berikut:

$$Value\ Index = \frac{Cost}{worth} \dots\dots\dots Persamaan\ 2.2$$

Persamaan tersebut menjelaskan bahwa nilai dapat ditingkatkan dengan meningkatkan nilai, tanpa peningkatan biaya, mempertahankan nilai yang sama, dengan penurunan biaya, atau peningkatan nilai, dengan penurunan atau peningkatan biaya yang lebih kecil [40].

2.2.8. Job Plan VE

Job Plan VE mengidentifikasi teknik untuk menganalisis produk atau layanan guna mengembangkan sejumlah alternatif untuk penyampaian fungsi yang hemat biaya. Metodologi telah dikembangkan untuk rencana pekerjaan VE dan terdiri dari tahapan berikut gambar di bawah ini [41].



Gambar 2.3. Diagram Alir Proses Studi VE

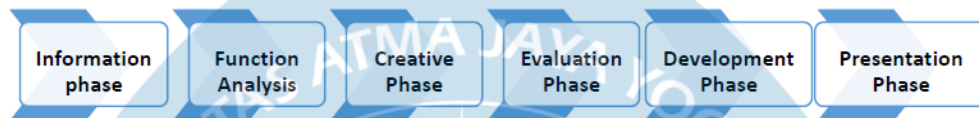
2.2.9. Pre-study Activities

Tujuan dari fase ini adalah untuk memberikan kesempatan menyiapkan penelitian untuk mencapai hasil yang sukses. Fase ini harus menjadi pertemuan orientasi bagi para pemangku kepentingan, perancang dan konsultan nilai penelitian. Kegiatan yang perlu dibahas secara detail pada tahap *pre study* [41].

1. Pendukung rencana kerja yang meliputi:
 - a. Peran
 - b. Tanggung jawab.
 - c. Latar belakang proyek.
 - d. Kendala proyek.
 - e. Jadwal proyek.
 - f. Biaya proyek.
2. Menentukan ruang lingkup dan tujuan Kajian Nilai.
3. Kumpulkan informasi proyek.
4. Dapatkan dokumen-dokumen penting seperti:
 - a. Definisi ruang lingkup pekerjaan.
 - b. Gambar.
 - c. Spesifikasi.
 - d. Laporan.
 - e. Perkiraan proyek.
5. Mengembangkan jadwal studi dan meninjau biaya proyek.
6. Melakukan analisis *benchmarking* yang kompetitif.
7. Identifikasi anggota Tim Nilai untuk mencapai tujuan proyek.
8. Partisipasi pemangku kepentingan dalam studi nilai.
9. Mengembangkan model dan diagram informasi tentang proyek untuk mencapai hasil studi nilai yang sukses.

2.2.10. Workshop Phase (Job plan)

Tujuan dari fase ini adalah untuk mengidentifikasi, dan mengatasi masalah berdasarkan fungsinya dalam rencana kerja untuk menghasilkan alternatif untuk mengatasi tingginya biaya. Fase *Workshop* tersebut terdiri dari enam fase lihat pada gambar berikut [41].



Gambar 2.4. Fase *Workshop*

2.1.10.1. Fase informasi

Tujuan dari tahap informasi adalah untuk mengumpulkan dan menganalisis data yang dimulai pada tahap *pra-workshop*. Tahap ini menetapkan keadaan proyek dan masalah yang harus ditangani, perbaikan, dan faktor evaluasi. Sehingga memberikan kesempatan kepada tim untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan penelitian datanya. Kegiatan yang dibahas pada tahap informasi, seperti memperoleh informasi lengkap, data proyek dan dokumen utama, meliputi:

1. Definisi ruang lingkup pekerjaan
 - a. Gambar.
 - b. Spesifikasi.
 - c. Laporan.
 - d. Anggaran dan biaya.
 - e. Jadwal.
 - f. Data berkualitas.
 - g. Risiko.

2. Prioritaskan isu-isu yang menjadi perhatian.
3. Analisis fungsinya.
4. Memahami pengoperasian melalui presentasi desain formal.
5. Pemahaman proyek dengan mengidentifikasi tujuan pemilik dan kriteria utama yang mengatur proyek [41]

2.1.10.2. Tahap Analisis Fungsi

Fase ini bergantung pada fungsi proyek dan mengidentifikasi elemen-elemen kunci proyek. Teknik Analisis Fungsi (FAST) dikembangkan untuk menguji fungsi dan menentukan hal-hal berikut [32], [41]:

- a) Fungsi.
- b) Klasifikasikan fungsinya.
- c) Membangun model fungsi.
- d) Memperkirakan biaya pelaksanaan setiap fungsi untuk item tersebut.
- e) Identifikasi peluang terbaik untuk meningkatkan kinerja.
- f) Memperbaiki ruang lingkup penelitian.

2.1.10.3. Fase Kreatif

Tujuan dari fase kreatif adalah untuk mengembangkan daftar ide tentang cara-cara alternatif untuk melaksanakan setiap fungsi yang dipilih. Selama ini, tim VE memikirkan solusi yang dioptimalkan dari solusi yang tersedia untuk menyediakan fungsi yang diperlukan dengan biaya lebih rendah bagi pemilik. Tim VE sedang mengembangkan berbagai kemungkinan alternatif untuk menjalankan fungsi tersebut guna meningkatkan nilai proyek. Ini mungkin termasuk ide-ide yang dapat

dievaluasi dan digunakan dalam analisis fungsional. Ide-ide kreatif yang dihasilkan selama *workshop* dimasukkan dalam laporan VE [41], [42].

2.1.10.4. Tahap Evaluasi

Tujuan dari tahap evaluasi adalah untuk memilih dan menyempurnakan ide-ide terbaik untuk mengubahnya menjadi rekomendasi peningkatan nilai yang spesifik. Fase ini bergantung pada pemeringkatan ide berdasarkan potensi penghematan, desain ulang waktu dan penerimaan pemilik, evaluasi alternatif secara menyeluruh untuk mengidentifikasi peluang terbaik untuk menghargai perbaikan. Selama fase ini, banyak ide yang dianggap layak untuk dipelajari lebih lanjut diberi nomor peringkat lebih tinggi untuk pengembangan proposal. Oleh karena itu, tim VE menyampaikan konsep rekomendasinya kepada pemilik dan desainer untuk mengembangkan segala idenya. Terakhir, seluruh rekomendasi usulan perubahan disusun bersama dengan narasi singkat untuk membandingkan metode desain awal sebagai antisipasi tahap berikutnya. Tahap selanjutnya mencakup analisis biaya-manfaat secara rinci hingga rangkaian pilihan akhir yang disajikan kepada pemilik untuk pengambilan Keputusan [32], [41].

2.1.10.5. Fase Pengembangan

Tujuan dari tahap pengembangan adalah untuk mengumpulkan data tambahan, menganalisis secara menyeluruh alternatif-alternatif terbaik dan paling dapat diterima untuk pengembangan lebih lanjut agar memiliki akses terhadap kelayakan teknis dan ekonomi dan untuk memasukkan alternatif-alternatif terbaik yang dipilih selama tahap evaluasi. Kegiatan yang perlu dibahas secara rinci selama tahap pengembangan didefinisikan sebagai berikut [41], [42]:

Deskripsi desain asli dan memberikan rekomendasi untuk desain yang diusulkan.

1. Gambaran ilustrasi kelebihan dan manfaat usulan rekomendasi.
2. Pembahasan topik dan isi proposal.
3. Tinjauan biaya dan data *Life Cycle Costing* dan mempertimbangkan elemen biaya berikut: Biaya konstruksi (awal), pemeliharaan, dan biaya operasi.

2.1.10.6. Fase Presentasi

Tujuan dari penelitian tahap akhir adalah penyajian rekomendasi VE melalui laporan tertulis. Pengarahan/presentasi lisan mengenai hasil dibuat kepada Pemilik dan Pengguna, serta perwakilan tim desain. Rekomendasi, alasan yang mendasari pengembangan setiap proposal dan ringkasan dampak biaya utama disajikan pada saat itu. Sehingga, keputusan dapat diambil mengenai proposal VE mana yang akan diimplementasikan dan dimasukkan ke dalam desain [41], [42].

2.2.11. Fase Post – Workshop

Tujuan dari kegiatan implementasi adalah untuk memutuskan memastikan implementasi rekomendasi perubahan studi nilai yang disetujui dari peserta pada tahap *workshop*. Setelah menyelesaikan laporan awal studi nilai, tim proyek harus memverifikasi alternatif nilai yang akan diterapkan, disetujui, lalu bagaimana dan kapan implementasi akan dilakukan. Dalam beberapa kasus, penugasan diberikan kepada individu dalam tim studi VE untuk menyelesaikan tugas yang terkait dengan rencana implementasi yang disetujui. Tugas yang harus dibahas secara rinci adalah [41]:

- a) Menyiapkan laporan dan meninjau ide-ide yang diajukan

- b) Melakukan rapat koordinasi antar tim proyek untuk menentukan disposisi setiap alternatif nilai.
- c) Menyiapkan rencana eksekusi untuk alternatif yang diterima.
- d) Mendapatkan komitmen dari pemilik dan tim proyek terhadap implementasi.
- e) Tunjukkan kerangka waktu untuk setiap kegiatan untuk meninjau dan menerapkan setiap alternatif nilai.
- f) Memantau nilai pencapaian yang dihasilkan dari alternatif yang diterapkan.
- g) Menandatangani hasil dan memvalidasi manfaat perubahan yang diterapkan.
- h) Koordinasi desain dan dokumentasi akhir menjadi tertanam dengan menetapkan dan mengelola rencana implementasi.

2.2.12. Analisis Pareto

Pada akhir tahun 1890-an, seorang ekonom Italia bernama Vilfredo Pareto mencatat bahwa delapan puluh persen tanah di Italia hanya dimiliki oleh dua puluh persen penduduk. “Aturan 80/20” ini, juga dikenal sebagai Prinsip Pareto, menjadi pengamatan umum bahwa delapan puluh persen hasil ditentukan oleh dua puluh persen kemungkinan penyebabnya. Konsep ini diterapkan pada bidang manajemen kualitas, dimana konsep ini mendalilkan bahwa delapan puluh persen masalah kualitas produk dapat ditelusuri hingga dua puluh persen dari potensi cacat. Jika teori ini benar dalam konteks manajemen mutu, maka hal ini memberikan peluang untuk mewujudkan perbaikan yang lebih cepat dan efisien [43].

Analisis Pareto adalah teknik yang digunakan untuk pengambilan keputusan bisnis, namun juga memiliki penerapan di beberapa bidang berbeda mulai dari ekonomi kesejahteraan hingga pengendalian kualitas. Hal tersebut sebagian besar didasarkan pada "aturan 80-20". Sebagai teknik pengambilan keputusan, analisis Pareto secara statistik memisahkan sejumlah faktor masukan baik yang diinginkan atau tidak diinginkan yang memiliki dampak terbesar terhadap suatu hasil [44]. Analisis Pareto juga dapat digunakan sebagai alat manajemen proyek. Misalnya, sebagian besar masalah 80% disebabkan oleh sedikit penyebab 20%; dan 80% manfaat proyek diperoleh melalui 20% pekerjaan. Dalam konstruksi, mungkin terdapat masalah pada program proyek yang disebabkan oleh banyak sebab. Melalui observasi dan pengumpulan data, diketahui ada 8 penyebab. Analisis Pareto mungkin menunjukkan bahwa 80% masalah disebabkan oleh 2 atau 3 penyebab teratas. Tim manajemen proyek kemudian dapat merencanakan respons yang tepat, menargetkan sumber daya pada 2 atau 3 penyebab tersebut, bukan pada 8 penyebab tersebut [45].