

BAB 2

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang *relevan* dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis :

1. Nyoman Dita Pahang Putra dan Mudjahidin (2009)

Nyoman Dita Pahang Putra dan Mudjahidin (2009), mengambil judul Value Engineering Dalam Pembangunan Rusunawa. Pada penelitian ini penulis ingin mengetahui pekerjaan-pekerjaan dengan biaya yang tertinggi serta menghitung penghematan pada masing-masing alternatif dan menghitung total penghematan sistematis yang terjadi setelah dilakukan rekayasa nilai.

Metodologi dalam penelitian *value engineering* dalam pembangunan rusunawa ini telah terstruktur 4 fase sesuai pada tahapan yang digunakan pada value engineering pada umumnya antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap rekomendasi.

Penerapan hasil rekayasa nilai di dinding, direkomendasikan batu bata, beton pengaku, plesteran 1:4, cat dinding, keramik dengan total biaya penghematan sebesar Rp. 92.578.941,- atau 13,6% dari total biaya konstruksi awal. Dengan cara yang sama, untuk pekerjaan langit-langit yang dianjurkan untuk mengubah bingkai calsiboard besi berongga dengan kerangka logam GRC furing sehingga penghematan sebesar Rp. 40.499.036,- atau 17,3% dan plafon panggangan aluminium di kamar mandi dengan calsiboard dengan furing bingkai logam sehingga tabungan sebesar Rp. 20.226.477,- atau 40%. Jumlah tabungan yang terjadi: Rp. 7.036.167.661,- - Rp. 6.882.863.207,- = Rp. 153.304.454,- atau 1,95% dari total biaya konstruksi.

2. M. Priyo & T.D. Hermawan (2010)

M. Priyo & T.D. Hermawan (2010), mengambil judul Aplikasi *Value Engineering* pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung BPKP Yogyakarta) Semesta Teknik. Pada

studi ini permasalahan yang terjadi Anggaran biaya sering menjadi kendala, karena merupakan batas jumlah uang yang harus dibelanjakan untuk melaksanakan suatu proyek konstruksi. Untuk itu akan dilakukan penghematan biaya dalam usaha mencapai efisiensi penggunaan dana, terutama dengan adanya kecenderungan terus meningkatnya biaya konstruksi.

Metode analisis yang diterapkan adalah dengan menggunakan metode *Value Engineering*, yaitu dengan melakukan pendekatan sistematis dan terorganisir dari *Value Engineering Job Plan* (Rencana Kerja *Value Engineering*). Hasil analisis dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan :

1. Item pekerjaan pada bagian struktur yang strategis untuk dikaji adalah pekerjaan pelat lantai 3 tebal 12 cm, pelat lantai 2 tebal 12 cm, pelat lantai atap tebal 12 cm, balok G1 (40x70) lantai 3, balok G1 (40x70) lantai 2, balok G1 (40x70) lantai atap, sloof/tie beam K-300, kolom K2B (60x60), kolom K1D (70x70), balok G2 (25x50) lantai 3, kolom K1C (70x70), balok G2 (25x50) lantai 2, balok G2 (25x50) lantai atap yang terdapat pada tahap analisis fungsional.
2. Alternatif-alternatif yang dihasilkan dari item pekerjaan struktur adalah dengan menggunakan material kayu Sengon pada bekisting dan menggunakan pasir Kulonprogo yang terdapat pada tahap pengembangan.
3. Perincian biaya awal Rp. 4.079.166.944,17 dan setelah dilakukan usaha penghematan dengan menggunakan metode *Value Engineering* menjadi Rp. 3.976.045.717,41. Besarnya penghematan yang terjadi adalah Rp. 103.121.276,76 atau 2,53 %.
4. Metode *Value Engineering* sangat efektif untuk dilakukan dalam usaha penghematan biaya pada suatu proyek konstruksi, khususnya pada proyek pembangunan gedung Kantor BPKP Yogyakarta yaitu dapat menghasilkan alternatif-alternatif komponen dari item-item pekerjaan yang dikaji, sehingga anggaran biaya dapat digunakan secara optimal dan efisien.

3. Deviany Kartika (2011)

Deviany Kartika (2011), mengambil judul Penerapan *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Blitar Program Studi Teknik Sipil FTSP ITN Malang. Penelitian ini ingin memperoleh besar penghematan biaya yang dapat dilakukan pada proyek pembangunan dengan studi kasus pembangunan Puskesmas di Blitar dalam upaya memperoleh hasil desain struktur yang efisien, stabil, dan optimal dengan mutu yang baik.

Teknik pemecahan yang diperlukan untuk memperoleh hasil lebih efisien adalah dengan metode rekayasa nilai (*value engineering*) dengan empat tahap job plan, yaitu: tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisis, dan tahap proposal. Dalam analisis, dilakukan *value engineering* terhadap pekerjaan struktur beton bertulang. Biaya orisinal pekerjaan struktur beton bertulang adalah Rp. 1.500.944.417,34 dan biaya setelah di-VE adalah Rp. 1.178.623.090,82. Dengan demikian, didapat besar penghematan sebesar 21,47%; sedangkan besar penghematan pekerjaan struktur beton bertulang tersebut adalah 8,53% dari biaya keseluruhan proyek.

4. Budi Witjaksana (2012)

Budi Witjaksana (2012), mengambil judul *Value Engineering* Pekerjaan Pondasi Pada Proyek Pabrik Semen Bosowa Banyuwangi Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Pada penelitian ini dari perencanaan awal pondasi Tiang Pancang D-60 cm panjang 22 meter akan dilakukan Rekayasa Nilai dengan 3 alternatif yaitu : tetap Tiang Pancang Spoon Pile D-60 cm dengan panjang kurang dari 22 meter, merubah pondasi menggunakan Bor Pile D-100 cm panjang 23 m dan kombinasi dari beberapa pondasi dimana Bor Pile D-120 cm dan D-80 cm digunakan pada konstruksi berat misal : Clinker Silo, Cement Silo, Cement Grinding Mill dan Tiang Pancang Spoon Pile D < 60 cm digunakan pada konstruksi medium serta konstruksi ringan menggunakan Tiang Pancang Mini Pile 20 x 20 panjang 12m.

Setelah dievaluasi, penggunaan tiang bor pile di kombinasi dengan mini pile 20 x 20 adalah yang paling menguntungkan

dibanding dengan menggunakan pondasi tiang pancang spoon pile atau pondasi bor pile untuk seluruh bangunan dengan pertimbangan :

1. Pada aspek biaya pelaksanaan dengan digunakannya kombinasi pondasi bor pile dan mini pile 20 x 20 akan didapat penghematan biaya sebesar Rp. 5.600.000.000 terhadap design pondasi tiang pancang (desain awal).
2. Pada aspek kualitas, meskipun pada pelaksanaan bor pile relative tidak dapat di control secara visual tetapi, dengan pelaksanaan / metode yang betul dan tepat maka mutu pekerjaan dapat di jamin kwalitas pondasinya demkian pula untuk pekerjaan mini pile.

5. Nur Asty Pratiwi (2014)

Nur Asty Pratiwi (2014), mengambil judul Analisa Value Engineering pada Proyek Gedung Riset dan Museum Energi dan Mineral Institut Teknologi Bandung Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. Pada studi ini permasalahan yang terjadi adalah di dalam pelaksanaan pembangunan gedung ini adalah tidak tepat waktu (terlambat) memulai proyek dan terbatasnya dana yang tersedia. Pekerjaan yang akan dianalisa hanya pada pekerjaan struktur atas, yaitu pekerjaan pelat lantai 1 (satu) sampai dengan 4 (empat).

Setelah dievaluasi, terpilihlah steel floor deck system untuk menggantikan pelat lantai dengan sistem cor beton konvensional. Berdasarkan hasil analisa value engineering untuk item pelat lantai yaitu dengan cara mengkonversi sistem cor beton konvensional menjadi sistem steel floor deck, maka diperoleh penghematan (cost saving) sebesar Rp. 120.988.335,12 atau 9,297 % dari biaya awal sebelum dilakukan value engineering pada pelat lantai 1 (satu) sampai dengan 4 (empat) yang berjumlah Rp. 1.301.369.134,00.

6. Candy Happy Najoan (2016)

Candy Happy Najoan (2016), mengambil judul Analisis Metode Pelaksanaan Plat *Precast* dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Markas Komando Daerah Militer Manado) Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi

Manado. Pada penelitian ini penulis membandingkan antara pengaruh beton *cast in site* konvensional dengan beton *Precast* untuk mengetahui sistem pengecoran mana yang lebih efisien dalam segi waktu, biaya, peralatan maupun faktor pendukung.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa dengan menggunakan metode *precast* membutuhkan waktu pelaksanaan selama 198 hari dengan Total biaya langsungnya adalah Rp. 30,352,740,000,00, sedang untuk metode konvensional membutuhkan waktu pelaksanaan selama 226 hari dengan total biaya langsung Rp. 30,230,145,000,00. Perbandingan biaya adalah Rp. 122,595,000,00 sedang perbandingan waktu adalah 28 hari. Dapat disimpulkan bahwa pekerjaan menggunakan sistem *precast* membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan sistem konvensional akan tetapi dengan waktu pengerjaan yang lebih singkat. Semakin besar volume pekerjaan dengan menggunakan sistem *precast*, semakin murah pula harganya dibandingkan dengan metode konvensional dan waktu pelaksanaannya juga lebih cepat, apalagi dengan menggunakan sistem *Precast cast in site*.

7. Vicky Bertolini (2016)

Vicky Bertolini (2016), mengambil judul Aplikasi *Value Engineering* Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin) Program Magister Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsep perencanaan yang efisien dengan menerapkan VE dalam proses perencanaan awal maka diharapkan dapat diketahui komponen komponen yang dapat menghasilkan proyek yang optimal.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan tahapan kerja yang ada dalam *value engineering* maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Komponen pekerjaan dengan harga tertinggi dalam pembangunan gedung yang berfungsi sebagai hotel adalah pekerjaan mekanikal dan elektrikal (M/E) sehingga pekerjaan tersebut memiliki potensi penghematan cukup tinggi.

2. Penggunaan sistem penghawaan buatan dengan menggunakan sistem AC sistem *Variable Refrigerant Valve* (VRV) menghasilkan penghematan sebesar 10,80% dari siklus hidup yang dihitung dengan asumsi penggunaan selama 10 tahun.
3. Penerapan sistem kerja dengan menggunakan *Value engineering* dapat meningkatkan dalam efisiensi waktu serta kualitas tetapi efisiensi biaya didapatkan tidak pada saat awal pembangunan tetapi didapatkan pada saat diperhitungkan nilai manfaat dimasa yang akan datang.

8. Larto (2016)

Larto (2016), mengambil judul Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang Dan Struktur Gedung Untuk Optimalisasi Pembiayaan Pada Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Penelitian ditujukan pada apa saja item pekerjaan yang dapat dilakukan *Value Engineering*, bagaimana cara memilih dan memperhitungkan jenis pondasi untuk pembangunan konstruksi gedung yang lebih tepat dan efisien dan seberapa besar efisiensi biaya yang diperoleh setelah dilakukan analisis *Value Engineering*.

Hasil analisa *Value Engineering* (VE) pada struktur pondasi di proyek pembangunan Pabrik Farmasi PT Dion Putra Bintang Klaten diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Alternatif 1 dengan mengganti pondasi tiang pancang tampang persegi dengan lebar sisi 40 cm dan panjang tiang 14 m menjadi tiang pancang dengan penampang segitiga lebar sisi 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 205.539.181,00.
2. Alternative 2 dengan penampang persegi lebar sisi 50 cm dan panjangnya 17 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 546.517.613,00.
3. Alternative 3 dengan penampang persegi lebar sisi 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 1.148.494.432,00.

4. Alternative 4 dengan penampang lingkaran diameter 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 23.035.562,00.
5. Alternative 5 menjadi pondasi *borepile* dengan penampang lingkaran diameter 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp. 186.889.743,00.

9. Prof. Nitin L. Rane, Prof. P.M. Attarde (2016)

Prof. Nitin L. Rane, Prof. P.M. Attarde (2016), Application of Value Engineering in Commercial Building Projects Department of Civil Engineering J.T.M. Polytechnic, faizpur, Maharashtra, India. Value Engineering is the systematic application of recognized techniques that identify the functions of the product or service, creatively establish the worth of those functions, and provide only the necessary functions to meet the required performance at the lowest overall cost. Value Engineering focuses on accomplishing the required functions at the lowest overall cost. It helps in eliminating or minimizing wastage of material, time, and unnecessary cost, which improves value to the customer.

The second stage is the Value Study which is the core of Value Engineering study and it is composed of five phases, the Information phase, Function Analysis Phase, Creative Phase, Evaluation Phase and the Presentation phase. All phases and steps perform sequentially. Such sequence of the methodology is expected to assist in logical and systematic flow of the process to achieve the targets of the VE study. The third stage is the Post Study. The objective during post-study activities is to assure the implementation of the approved value study change recommendations.

The application of Pareto Law 20/80 states that around 20 % of the functions constitute around 80% of the cost. These functions are the subject of value engineering. As a conclusion, the area of value engineering analysis and study will be controlled by that functions. Further, we can do analysis of these functions and suggest alternatives and calculate cost model after application of value engineering technique.

10. Surya Theja Reddy, Satyanarayana Polisetty (2016)

Surya Theja Reddy, Satyanarayana Polisetty (2016), Application of Value Engineering in Building Construction Department of Civil Engineering Anurag Group of Institutions, Hyderabad, Telangana, India. Excess cost control requires to be maintained throughout the project life of building beginning from the initial stages of design. Scrutinizing the project well and considering all possible alternatives particularly in design stage are important for achieving optimum cost. The Value Engineering is an intensive, interdisciplinary problem solving activity that focuses on improving the value of the functions that are required to accomplish the goal, or objective of any product, process, service, or organization. Value Engineering is not essentially cost cutting, the main aim of value engineering is to increase the value but not to reduce cost.

Following are the results obtained by substituting the above mentioned materials with the conventional construction :

1. By substituting these alternative materials, time of the project is reduced from 753days to 723days.
2. By substituting these alternative materials, cost of project is reduced from INR5,44,50,398 to INR4,78,17,971
3. Total time saved in the project by substituting the alternative materials is 30Days
4. Total cost saved in the project by substituting the alternative materials is INR 66Lakhs
5. 12% of difference is obtained in case of cost
6. 6% of difference is obtained in case of duration

From the following results it is clear that without affecting the quality, cost of the construction can be reduced. Following things can be concluded from the results obtained :

1. Cheaper alternative materials are available in the market which satisfies the functions and requirements of the work.
2. Reducing the cost of construction is only possible when new materials are being invited and accepted in the Construction
3. Quality is maintained at desired level because there is no question to reduce cost at the expense of quality.

4. People thinking must change to accept the change in construction materials, ultimately leading to cut down the increasing construction costs without compromising in quality leading to increase in the construction value.

Tabel 2.1. Matrik Penelitian Terdahulu

No.	Nama	Judul	Metode	Variabel	Hasil
1	Nyoman Dita Pahang Putra ¹ , Mudjahidin ² (2009)	Value Engineering Dalam Pembangunan Rusunawa	Metodologi dalam penelitian <i>value engineering</i> dalam pembangunan rusunawa ini telah terstruktur 4 fase sesuai pada tahapan yang digunakan pada value engineering pada umumnya antara lain: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap rekomendasi.	Bahan/material bangunan, harga bahan, upah, biaya dan efisiensi.	Penerapan hasil rekayasa nilai di dinding, direkomendasikan batu bata, beton pengaku, plesteran 1:4, cat dinding, keramik dengan total biaya penghematan sebesar Rp 92.578.941 atau 13,6% dari total biaya konstruksi awal. Dengan cara yang sama, untuk pekerjaan langit-langit yang dianjurkan untuk mengubah bingkai calsiboard besi berongga dengan kerangka logam GRC furing sehingga penghematan sebesar Rp40, 499.036 atau 17,3% dan plafon panggangan aluminium di kamar mandi dengan calsiboard dengan furing bingkai logam sehingga tabungan

					sebesar Rp 20, 226.477 atau 40%. Jumlah tabungan yang terjadi: Rp7, 036.167.661 - Rp6, 882.863.207 = Rp153, 304.454 atau 1,95% dari total biaya konstruksi.
2	M. Priyo ¹ , T.D. Hermawan ² (2010)	Aplikasi <i>Value Engineering</i> pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung BPKP Yogyakarta)	Metode analisis yang diterapkan adalah dengan menggunakan metode <i>Value Engineering</i> , yaitu melakukan pendekatan sistematis dan terorganisir dari <i>Value Engineering Job Plan</i> (Rencana Kerja <i>Value Engineering</i>)	Beton pelat lantai, balok beton, kolom beton, kayu Sengon, pasir Kulonprogo, harga bahan, upah dan penghematan biaya.	<p>1. Item pekerjaan pada bagian struktur yang strategis untuk dikaji adalah pekerjaan pelat lantai 3 tebal 12 cm, pelat lantai 2 tebal 12 cm, pelat lantai atap tebal 12 cm, balok G1 (40x70) lantai 3, balok G1 (40x70) lantai 2, balok G1 (40x70) lantai atap, sloof/tie beam K-300, kolom K2B (60x60), kolom K1D (70x70), balok G2 (25x50) lantai 3, kolom K1C (70x70), balok G2 (25x50) lantai 2, balok G2 (25x50) lantai atap yang terdapat pada tahap analisis fungsional.</p> <p>2. Alternatif-alternatif yang dihasilkan dari item pekerjaan struktur adalah</p>

					<p>dengan menggunakan material kayu Sengon pada bekisting dan menggunakan pasir Kulonprogo yang terdapat pada tahap pengembangan.</p> <p>3. Perincian biaya awal Rp 4.079.166.944,17 dan setelah dilakukan usaha penghematan dengan menggunakan metode <i>Value Engineering</i> menjadi Rp 3.976.045.717,41.</p> <p>Besarnya penghematan yang terjadi adalah Rp 103.121.276,76 atau 2,53 %.</p> <p>4. Metode <i>Value Engineering</i> sangat efektif untuk dilakukan dalam usaha penghematan biaya pada suatu proyek konstruksi, khususnya pada proyek pembangunan gedung Kantor BPKP Yogyakarta yaitu dapat menghasilkan</p>
--	--	--	--	--	---

					alternatif-alternatif komponen dari item-item pekerjaan yang dikaji, sehingga anggaran biaya dapat digunakan secara optimal dan efisien.
3	Deviany Kartika (2011)	Penerapan <i>Value Engineering</i> Pada Proyek Pembangunan Puskesmas Blitar	Teknik pemecahan yang diperlukan untuk memperoleh hasil lebih efisien adalah dengan metode rekayasa nilai (<i>value engineering</i>) dengan empat tahap job plan, yaitu: tahap informasi, tahap spekulasi, tahap analisis, dan tahap proposal.	Struktur beton bertulang, penghematan biaya, harga bahan dan upah.	Dalam analisis, dilakukan <i>value engineering</i> terhadap pekerjaan struktur beton bertulang. Biaya orisinil pekerjaan struktur beton bertulang adalah Rp 1.500.944.417,34 dan biaya setelah di-VE adalah Rp 1.178.623.090,82. Dengan demikian, didapat besar penghematan sebesar 21,47%; sedangkan besar penghematan pekerjaan struktur beton bertulang tersebut adalah 8,53% dari biaya keseluruhan proyek.
4	Budi Witjaksana (2012)	<i>Value Engineering</i> Pekerjaan	Pada penelitian ini dari perencanaan awal pondasi Tiang Pancang	Tiang pancang <i>spoon pile</i> , <i>minipile</i> , <i>borpile</i> , harga	Setelah dievaluasi, penggunaan tiang <i>bor pile</i> di kombinasi dengan <i>mini</i>

		<p>Pondasi Pada Proyek Pabrik Semen Bosowa Banyuwangi</p>	<p>D-60 cm panjang 22 meter akan dilakukan Rekayasa Nilai dengan 3 alternatif yaitu : tetap Tiang Pancang Spoon Pile D-60 cm dengan panjang kurang dari 22 meter, merubah pondasi menggunakan Bor Pile D-100 cm panjang 23 m dan kombinasi dari beberapa pondasi</p>	<p>bahan, upah, dan penghematan biaya.</p>	<p><i>pile</i> 20 x 20 adalah yang paling menguntungkan dibanding dengan menggunakan pondasi tiang pancang <i>spoon pile</i> atau pondasi <i>bor pile</i> untuk seluruh bangunan dengan pertimbangan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pada aspek biaya pelaksanaan dengan digunakannya kombinasi pondasi <i>bor pile</i> dan <i>mini pile</i> 20 x 20 akan didapat penghematan biaya sebesar Rp. 5.600.000.000 terhadap design pondasi tiang pancang (desain awal). 2. Pada aspek kualitas, meskipun pada pelaksanaan bor pile relative tidak dapat di control secara visual tetapi, dengan pelaksanaan / metode
--	--	---	--	--	---

					yang betul dan tepat maka mutu pekerjaan dapat dijamin kualitas pondasinya demikian pula untuk pekerjaan mini pile.
5	Nur Asty Pratiwi (2014)	Analisa <i>Value Engineering</i> pada Proyek Gedung Riset dan Museum Energi dan Mineral Institut Teknologi Bandung	Penerapan <i>value engineering</i> pada proyek pembangunan Gedung Riset dan Museum dan Mineral Fakultas Teknik Tambang dan Minyak (FTTM) Institut Teknologi Bandung akan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. Tahap Informasi 2. Tahap Kreatif (Spekulasi) 3. Tahap Analisis 4. Tahap Rekomendasi 5. Tahap Penyajian 	Beton pelat lantai, <i>steel floordeck</i> , bekisting, harga bahan, upah dan penghematan biaya (<i>cost saving</i>)	Dari hasil analisis <i>value engineering</i> pada proyek pembangunan Gedung Riset dan Museum dan Mineral Fakultas Teknik Tambang dan Minyak (FTTM) Institut Teknologi Bandung, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Union Floor Deck W-1000</i> yang merupakan salah satu produk dari <i>steel floor deck system</i> dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bekisting dan mengurangi volume beton dalam sistem cor beton

					<p>konvensional.</p> <p>2. Berdasarkan hasil analisis <i>value engineering</i> untuk <i>item</i> pelat lantai yaitu dengan cara mengkonversi sistem cor beton konvensional menjadi sistem <i>steel floor deck</i>, maka diperoleh penghematan (<i>cost saving</i>) sebesar Rp 120.988.335,12 atau 9,297 % dari biaya awal sebelum dilakukan <i>value engineering</i> pada pelat lantai 1 (satu) sampai dengan 4 (empat) yang berjumlah Rp 1.301.369.134,00.</p>
6	Candy Happy Najoan (2016)	Analisa Metode Pelaksanaan Plat <i>Precast</i> dengan Plat Konvensional Ditinjau Dari	Pada penelitian ini penulis membandingkan antara pengaruh beton <i>cast in situ</i> konvensional dengan beton <i>Precast</i> untuk mengetahui sistem	Beton plat <i>konvensional</i> , beton plat <i>precast</i> , harga bahan, upah, penghematan biaya dan efisiensi waktu	Dapat disimpulkan bahwa pekerjaan menggunakan sistem <i>precast</i> membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan sistem <i>konvensional</i> akan

		Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Markas Komando Daerah Militer Manado)	pengecoran mana yang lebih efisien dalam segi waktu, biaya, peralatan maupun faktor pendukung		tetapi dengan waktu pengerjaan yang lebih singkat. Semakin besar volume pekerjaan dengan menggunakan sistem <i>precast</i> , semakin murah pula harganya dibandingkan dengan metode konvensional dan waktu pelaksanaannya juga lebih cepat, apalagi dengan menggunakan sistem <i>Precast cast in site</i> .
7	Vicky Bertolini (2016)	Aplikasi <i>Value Engineering</i> Pada Proyek Pembangunan Gedung (Studi Kasus Hotel Grand Banjarmasin)	Jenis data yang akan digunakan sebagai bahan penelitian ada 2 jenis yaitu : 1. Data primer Data primer dari penelitian ini adalah Rencana Anggaran biaya (RAB) dan jadwal pengerjaan. 2. Data Sekunder Penelitian ini data sekunder berupa data pendukung yang dijadikan referensi dalam analisis	Mekanikal elektrik (M/E), AC sistem VRV, penghematan biaya, dan efisiensi waktu	Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan tahapan kerja yang ada dalam <i>value engineering</i> maka dapat disimpulkan bahwa : 1. Komponen pekerjaan dengan harga tertinggi dalam pembangunan gedung yang berfungsi sebagai hotel adalah pekerjaan mekanikal dan elektrik (M/E) sehingga pekerjaan tersebut memiliki potensi

			<p>VE. Data sekunder meliputi daftar harga satuan, data bahan dan tenaga kerja.</p>		<p>penghematan cukup tinggi.</p> <p>2. Penggunaan sistem penghawaan buatan dengan menggunakan sistem AC sistem <i>Variable Refrigerant Valve (VRV)</i> menghasilkan penghematan sebesar 10,80% dari siklus hidup yang dihitung dengan asumsi penggunaan selama 10 tahun.</p> <p>3. Penerapan sistem kerja dengan menggunakan <i>Value engineering</i> dapat meningkatkan dalam efisiensi waktu serta kualitas tetapi efisiensi biaya didapatkan tidak pada saat awal pembangunan tetapi didapatkan pada saat diperhitungkan nilai manfaat dimasa yang akan datang.</p>
--	--	--	---	--	--

8	Larto (2016)	<p>Penerapan <i>Value Engineering</i> Pada Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang Dan Struktur Gedung Untuk Optimalisasi Pembiayaan Pada Proyek Konstruksi</p>	<p>Penelitian ditujukan pada apa saja item pekerjaan yang dapat dilakukan <i>Value Engineering</i>, bagaimana cara Memilih dan memperhitungkan jenis pondasi untuk pembangunan konstruksi gedung yang lebih tepat dan efisien dan seberapa besar efisiensi biaya yang diperoleh setelah dilakukan analisis <i>Value Engineering</i>. Beberapa proses yang dilakukan diantaranya tahap pengumpulan informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi. Menggunakan metode <i>Zero one</i> untuk mengolah data dan mendapatkan alternatif yang diinginkan.</p>	<p><i>Value engineering</i>, tiang pancang persegi, <i>spoon pile</i>, <i>bore pile</i>, penghematan biaya, harga bahan dan upah.</p>	<p>Hasil analisa <i>Value Engineering</i> (VE) pada struktur pondasi di proyek pembangunan Pabrik Farmasi PT Dion Putra Bintang Klaten diperoleh kesimpulan sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alternatif 1 dengan mengganti pondasi tiang pancang tampang persegi dengan lebar sisi 40 cm dan panjang tiang pancang dengan penampang segitiga lebar sisi 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 205.539.181,00 2. Alternative 2 dengan penampang persegi lebar sisi 50 cm dan panjangnya 17 m, diperoleh
---	--------------	---	---	---	---

					<p>penghematan biaya sebesar Rp 546.517.613,00</p> <p>3. Alternative 3 dengan penampang persegi lebar sisi 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 1.148.494.432,00</p> <p>4. Alternative 4 dengan penampang lingkaran diameter 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 23.035.562,00</p> <p>5. Alternative 5 menjadi pondasi bored pile dengan penampang lingkaran diameter 60 cm dan panjangnya 20 m, diperoleh penghematan biaya sebesar Rp 186.889.743,00</p>
--	--	--	--	--	---

9	Prof. Nitin L. Rane, Prof. P.M. Attarde (2016)	Application of Value Engineering in Commercial Building Projects	The VE job plan covers three major periods of activity: Pre-study, the Value study, and Post-study As shown in fig.1. All phases and steps are performed sequentially. As a value study progresses new data and information may cause the study team to return to earlier phases or steps within a phase on an iterative basis	Value engineering, Pareto Law.	The application of Pareto Law 20/80 states that around 20 % of the functions constitute around 80% of the cost. These functions are the subject of value engineering. As a conclusion, the area of value engineering analysis and study will be controlled by that functions. Further, we can do analysis of these functions and suggest alternatives and calculate cost model after application of value engineering technique.
10	Surya Theja Reddy, Satyanarayana Polisetty (2016)	Application of Value Engineering in Building Construction	The recommended VE methodology (Job Plan) used by the VE team during the Workshop has five distinct phases. Briefly, these phases are : A.Information Phase B.Analysis Phase C.Creative Phase D.Evaluation Phase	Value engineering, cheaper materials, quality, and reducing cost.	Following things can be concluded from the results obtained: 1. Cheaper alternative materials are available in the market which satisfies the functions and requirements of the work.

			E.Report/Presentation Phase		<ol style="list-style-type: none">2. Reducing the cost of construction is only possible when new materials are being invited and accepted in the Construction3. Quality is maintained at desired level because there is no question to reduce cost at the expense of quality.4. People thinking must change to accept the change in construction materials, ultimately leading to cut down the increasing construction costs without compromising in quality leading to increase in the construction value.
--	--	--	-----------------------------	--	---

Sumber : Olahan penulis, 2020

2.2. Pengertian *Value Engineering*

2.2.1. Sejarah *Value Engineering*

Value Engineering (VE) berkembang selama perang dunia ke II saat terjadi krisis sumber daya, sehingga memerlukan suatu perubahan dalam metode, material dan desain tradisional. Pada awal perang dunia ke II perusahaan General Electric Company, USA, yang dipelopori oleh L.D. Miles melakukan konsep VE sewaktu melayani kebutuhan akan peralatan perang dalam jumlah yang besar dan ditujukan terutama untuk mencari biaya yang ekonomis bagi suatu produk. Akibat terjadinya perang dunia ke II, perusahaan tersebut kekurangan persediaan material dan perusahaan dituntut untuk dapat mencari bahan baku (material) penggantinya untuk dapat menghasilkan produk mereka. Mr. Larry Miles, seorang insinyur elektrik di Divisi Pengadaan General Electric menemukan bahwa untuk menghasilkan produk yang sama dengan kualitas yang sama, ternyata bisa menggunakan bahan baku lain yang lebih murah. Untuk mendapatkan bahan baku alternatif yang lebih murah ini, Mr. Miles menganalisis fungsi dari setiap bahan baku dan ternyata ada bahan baku yang mempunyai fungsi yang sama tetapi harganya berbeda. Fungsi setiap bahan baku adalah nilai (*value*) material tersebut (Soeharto, 1997).

Metode *value analysis* telah diterapkan di Navy Bureau of Ship (NBS) Amerika Serikat. Sementara General Electric Company menerapkan metode *value analysis* pada produk yang sudah ada, sedangkan NBS menerapkan metode analisis fungsi ini pada tahap mendesain suatu produk (*engineering stage*), dengan kata lain analisis fungsi dilakukan ketika produk belum dibuat. Pada awal tahun 1960-an *value engineering* mulai diaplikasikan pada industri konstruksi. Pada saat itu para kontraktor dituntut untuk menurunkan biaya proyek tanpa menurunkan kualitas dan fungsi produk konstruksinya. Maka para kontraktor dan kliennya mulai menerapkan metode *value engineering* ketika mendesain suatu konstruksi. Pada dekade berikutnya, banyak institusi yang menerapkan metode *value engineering* mulai dari tahapan awal suatu perencanaan sebuah produk atau jasa yang kemudian dikenal sebagai *value planning* (Norton dan William, 1998).

Setelah *value planning*, *value engineering* dan *value analysis* maka kemudian lahirlah istilah *value management*, dimana :

- *Value Planning* dilakukan pada tahap perencanaan
- *Value Engineering* dilakukan pada tahap mendesain
- *Value Analysis* dilakukan setelah produk eksis
- *Value Management* merupakan istilah yang dapat digunakan untuk ketiga metode tersebut

Tujuan sesungguhnya dari metode *value management* adalah untuk mendapatkan nilai (manfaat/hasil) maksimal dari suatu produk atau jasa dari anggaran biaya yang sudah disediakan untuk mendapatkan *the value for money*.

2.2.2. Pengertian *Value Engineering*

Pengertian *value engineering* atau rekayasa nilai menurut beberapa pakar VE adalah sebagai berikut (Iskandar, 2008) :

- Alphonse J. Dell 'Isola, "*In general term, Value Engineering is creative, organized approach whose objective is to optimize cost and or performance of a facility or a system*" (secara umum, rekayasa nilai adalah pendekatan yang kreatif, mengorganisasikan biaya dan/ atau manfaat dari suatu fasilitas atau system).
- D. Wharburton – Brown, "*Value Analysis is organized method of identifying and eliminating all unnecessary cost, without detriment to quality for reliability*" (analisis nilai adalah metode yang terorganisasikan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan semua biaya yang tidak perlu, tanpa mengganggu kualitas dan reliabilitasnya).

Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi 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 ekonomis). Dengan kata lain rekayasa nilai bermaksud memberikan suatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan, dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa nilai akan membantu fungsi dari sebuah bangunan yang perlu dan tidak perlu, dimana dapat dikembangkan alternative untuk mencari keperluan dengan biaya terendah (Soeharto, 2001).

Menurut Zimmerman dan Hart (1982) terdapat beberapa unsur utama yang disebut dengan *Key Element of Value Engineering*, yaitu :

1. Analisis Fungsi (*Function Analysis*)
Merupakan basis utama dalam *value engineering*, dimana analisis inilah yang membedakan *value engineering* dari teknik – teknik penghematan biaya lainnya. Analisis fungsi ini diidentifikasi dengan menggunakan deskripsi yang terdiri dari dua kata, yaitu kata kerja (*verb*) dan kata benda (*Noun*).
2. Berpikir Kreatif (*Creatif Thinking*)
Dalam melakukan analisis dibutuhkan pengembangan suatu konsep, gagasan atau pikiran baru yang belum ada pada pemikiran sebelumnya.
3. Model Pembiayaan (*Cost Model*)
Model ini digunakan sebagai metode untuk mengatur biaya ke dalam fungsinya melalui perbandingan *Basic Cost* dan *Actual Cost* sehingga akan dapat dengan mudah diidentifikasi dan diukur.
4. Biaya Siklus Hidup (*Life Cycling Costing*)
Analisis ini dilakukan untuk menentukan alternatif dengan biaya paling rendah.
5. Teknik dalam Analisis Fungsi (*Function Analysis Technique/FAST*)
Suatu teknik kunci yang digunakan untuk mendefinisikan dan menguraikan struktur fungsi.
6. Biaya dan Nilai (*Cost and Worth*)
Pada *value engineering* perlu diperhatikan tentang perbedaan antara arti nilai dan biaya. Hal ini untuk mempermudah analisis yang akan dilakukan.
7. Kebiasaan dan Sikap (*Habits and Attituded*)
Kebiasaan dan sikap seseorang sering kali berpengaruh dalam hal pengambilan keputusan terutama saat menghadapi permasalahan.
8. Rencana Kerja Rekayasa Nilai (*VE Job Plan*)
Pendekatan yang sistematis dan terorganisir adalah kunci utama *value engineering* yang berhasil.
9. Manajemen hubungan antara pelaku dalam Rekayasa Nilai (*Managing the Owner/ Designer / Value Consultant*).
Memelihara hubungan yang baik antar tim *value engineering* dengan seluruh unsur yang terlibat.

Konsep utama metodologi *value engineering* terletak pada fungsi, biaya dan manfaat (Dell'Isola, 1975). *Value engineering* memusatkan analisis pada masalah nilai terhadap fungsinya, bukan hanya sekedar analisis biaya tetapi dicari biaya terendah yang dapat memenuhi fungsinya. Menurut Soeharto (1977), hubungan nilai, biaya dan fungsi dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Nilai

Arti nilai (*value*) sulit dibedakan dengan biaya (*cost*) atau harga (*price*). Nilai mengandung arti subyektif, apalagi bila dihubungkan dengan moral, estetika, sosial, dan ekonomi. Pengertian nilai dibedakan dengan biaya karena hal-hal sebagai berikut (Soeharto, 2001).

- a. Ukuran nilai ditentukan oleh fungsi atau kegunaannya, sedangkan harga atau biaya ditentukan oleh substansi barangnya atau harga komponen-komponen yang membentuk barang tersebut.
- b. Ukuran nilai cenderung ke arah subjektif, sedangkan biaya bergantung pada (*monetary value*) pengeluaran yang telah dilakukan untuk mewujudkan barang tersebut.

2. Biaya

Biaya adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi, dan aplikasi produk. Penghasil produk selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, realibilitas, dan *maintainability* karena akan berpengaruh terhadap biaya bagi pemakai. 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*).

Pentingnya analisis biaya bertambah karena rekayasa nilai bertujuan untuk mengetahui hubungan fungsi uang sesungguhnya terhadap biaya yang diperlukan dan memberikan cara pengambilan keputusan mengenai usaha-usaha yang diperlukan selanjutnya (Soeharto, 2001).

3. Fungsi

Fungsi dapat diartikan sebagai elemen utama dalam *value engineering*, karena tujuan *value engineering* adalah untuk mendapatkan fungsi – fungsi yang dibutuhkan dari suatu item dengan biaya total terendah. Esensi dari seluruh teknik *value engineering* adalah untuk menjamin

fungsi yang sesuai untuk biaya yang sesuai (Miles, 1972). Fungsi tersebut disebut dengan fungsi beli. Konsumen tidak membeli barang, tapi membeli fungsi. Pemahaman akan arti fungsi sangat lah penting, sebab fungsi akan menjadi objek utama dalam hubungannya dengan biaya. Fungsi dapat dibagi menjadi, yaitu :

- a. Fungsi dasar yaitu suatu alasan pokok sistem itu terwujud, yaitu dasar atau alasan dari keberadaan suatu produk dan memiliki nilai kegunaan.
- b. Fungsi kedua (*secondary function*), yaitu fungsi yang tidak langsung untuk memenuhi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya.

4. Manfaat

Manfaat adalah nilai uang ekivalen dari kinerja produk

5. Hubungan Nilai, Biaya dan Manfaat

Hubungan ketiga parameter tersebut di atas adalah sebagai berikut :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Manfaat/worth}}{\text{Biaya/cost}}$$

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Biaya/Cost}}{\text{Manfaat/Worth}}$$

Dimana : Nilai < 1 : kinerja kurang

Nilai > 1 : kinerja kurang

Nilai ≥ 1 : kinerja baik

Nilai ≤ 1 : kinerja baik

2.2.3. Rencana Kerja Value Engineering

Job plan adalah pendekatan secara sistematis dari *value engineering*. *Job plan* ini merupakan rencana yang terarah untuk melaksanakan studi VE, termasuk rekomendasi dan implementasi hasil VE study tersebut (Tjaturono, 2008). Fase/tahapan *VE job plan* (Dell'Isola, 1975) :

1. Informasi
2. Kreatif
3. Analisis
4. Rekomendasi
5. Penyajian

2.3. Pengertian Pondasi

Adapun fungsi pokok dari pondasi ini adalah melanjutkan beban yang bekerja pada bangunan tersebut ke lapisan tanah yang berada di bawah pondasi. Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada kedalaman tanah dan batuan yang terletak dibawahnya (Bowles, 1997).

Setiap bangunan sipil seperti gedung, jembatan, jalan raya, terowongan, menara, dam/tanggul dan sebagainya harus mempunyai pondasi yang tepat mendukungnya. Istilah pondasi digunakan dalam teknik sipil untuk mendefinisikan suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan diatasnya (*upper structure*) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan (Braja M.Das).

2.3.1. Macam-Macam Pondasi

Pondasi dibedakan menjadi 2 jenis yaitu, pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar tapak pondasinya. Pondasi dangkal kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah.

Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada jauh dari permukaan tanah.

Untuk membantu pemilihan jenis pondasi, (Peck, 1953) memberikan ketentuan yaitu :

- a. Untuk pondasi dangkal

$$\frac{D}{B} \leq 4$$

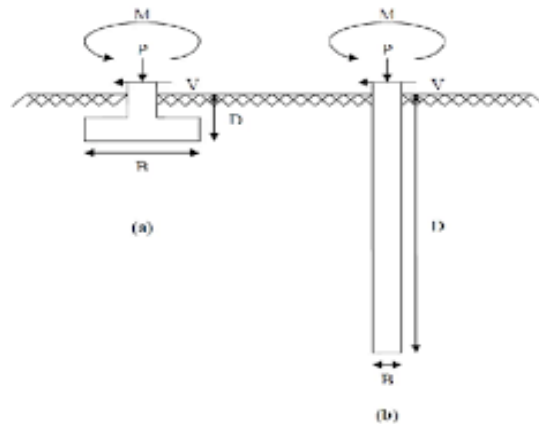
- b. Untuk pondasi dalam

$$\frac{D}{B} > 4$$

Keterangan :

D = Kedalaman pondasi (cm)

B = Lebar pondasi (m)



Gambar 2.1. Peralihan gaya pada pondasi

1) Klasifikasi Pondasi Tiang

Berdasarkan metode instalasinya, pondasi tiang pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Sardjono Hs, 1998) :

a. Tiang Pancang

Penggunaan pondasi tiang pancang sebagai pondasi bangunan apabila tanah yang berada di bawah dasar bangunan tidak memiliki daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban yang bekerja padanya. Atau apabila tanah yang memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan seluruh beban yang bekerja pada lapisan yang sangat dalam dari permukaan tanah, kedalaman mencapai > 8 m.

b. Tiang Bor

Sebuah tiang bor dikonstruksikan dengan cara menggali sebuah lubang bor yang kemudian diisi dengan material beton dengan memberikan penulangan terlebih dahulu (Bowels, 1991).

2) Peralatan Pemancangan (*Driving Equipment*)

Untuk memancarkan tiang pancang ke dalam tanah digunakan alat pancang. Pada dasarnya, alat pancang terdiri dari tiga macam, yaitu :

a. *Drop Hammer*

Alat ini berfungsi sebagai palu yang memukul tiang pancang agar menancap sempurna pada tanah yang akan menjadi dasar dari bangunan yang dibangun. Bentuk alat ini menyerupai palu yang diletakkan pada bagian atas tiang pancang. Palu ini sangat berat, dan berat inilah yang digunakan untuk memberikan tekanan pada tiang agar tiang menancap pada tanah. Pada bagian atas tiang atau disebut kepala tiang, diberikan topi atau cap yang berfungsi sebagai *shock absorber*. Topi ini sangat diperlukan agar saat palu memukul tiang, tiang pancang tidak akan mengalami kerusakan. Biasanya topi menyerap tekanan ini terbuat dari bahan kayu.

b. *Diesel Hammer*

Alat ini merupakan alat dengan kinerja paling sederhana diantara alat-alat lain yang digunakan untuk memasang tiang pancang. Bentuknya berupa silinder dengan piston atau ram yang berfungsi untuk menekan tiang pancang. Selain itu, terdapat dua mesin diesel yang menggerakkan piston ini. Bagian-bagian lain dari alat ini adalah tangka untuk bahan bakar, injector dan mesin pelumas agar piston dapat bekerja dengan lancar. Saat bekerja, mesin diesel akan memberikan tekanan pada udara dalam silinder. Tekanan udara yang bertambah ini akan menggerakkan piston yang memukul tiang pancang.

c. *Hydraulic Hammer*

Alat ini menggunakan prinsip perbedaan tekanan pada cairan yang ada di dalam alat. Dengan menggunakan perbedaan tekanan ini, maka alat ini dapat memberikan tekanan pada tiang pancang agar mampu terpasang dengan baik. Biasanya alat ini digunakan untuk memasang pondasi tiang baja H dan pondasi lempengan baja. Alat ini bekerja dengan cara menarik, mendorong dan mencengkeram tiang pancang agar mampu berada pada posisi yang tepat. Tiang pancang yang dapat dipasang dengan alat ini biasanya berukuran lebih pendek dari alat lainnya. Karena itu, alat ini sangat cocok untuk digunakan pada area pembangunan yang tidak terlalu luas. Bila dibutuhkan tiang pancang yang cukup panjang, biasanya dapat dilakukan dengan cara menyambungkan ujung tiang pancang pendek yang dipasang menggunakan alat ini.

d. *Vibratory Pile Hammer*

Alat ini menggunakan getaran untuk memasang tiang pancang. Di dalam alat ini, terdapat beberapa batang yang berada pada posisi horizontal. Batang ini akan berputar dengan arah yang berlawanan. Hal ini akan menyebabkan beban eksentris pada alat ini menimbulkan getaran. Getaran inilah yang digunakan untuk menggetarkan material tiang pancang yang terpasang pada alat. Saat tiang pancang ikut bergetar, maka tiang pancang akan mampu menembus area tempat dimana tiang tersebut akan dipasang. Karena sistem yang digunakan inilah yang menyebabkan alat ini sangat cocok untuk digunakan pada area dengan kadar kelembaban yang tinggi.

3) Pondasi Tiang Pancang Menurut Pemakaian Beban

Pembagian tiang pancang menurut pemakaian bahan terdiri dari beberapa bagian, yaitu :

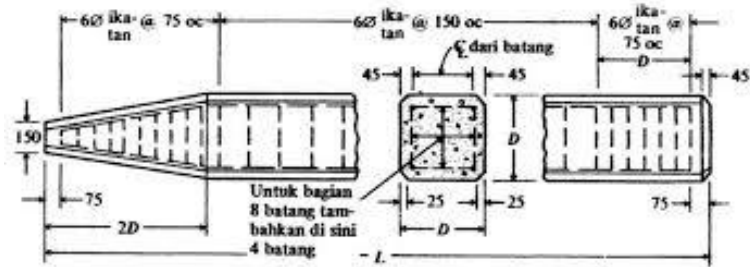
a. Tiang pancang kayu

Pemakaian tiang pancang kayu ini adalah cara tertua Dalam penggunaan tiang pancang sebagai pondasi. Tiang kayu akan bertahan lama dan tidak mudah busuk apabila tiang kayu tersebut dalam keadaan selalu terendam penuh di bawah muka air tanah. Tiang pancang dari kayu akan lebih cepat rusak atau busuk apabila dalam keadaan kering dan basah yang selalu berganti-ganti, kayu biasanya tidak diizinkan untuk menahan muatan lebih besar dari 25 sampai 30 ton untuk setiap tiang.

b. Tiang pancang beton

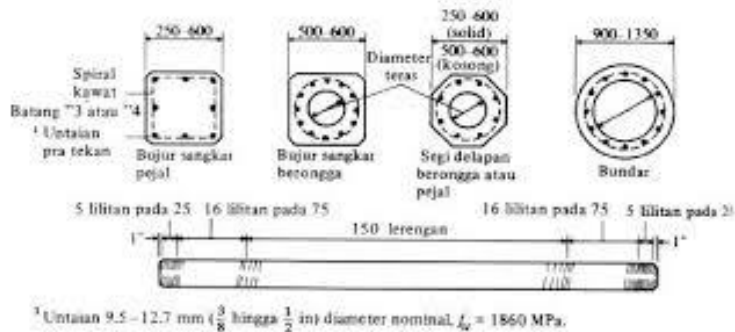
- *Precast Reinforced Concrete Pile*

Precast Reinforced Concrete Pile adalah tiang pancang dari beton bertulang yang dicetak dan dicor dalam acuan beton (bekisting), kemudian setelah cukup kuat lalu diangkat dan dipancangkan. Tiang pancang ini dapat memikul beban yang besar (> 50 ton untuk setiap tiang).



Gambar 2.2. Tiang Pancang *Precast Reinforced Concrete Pile*

- *Precast Prestressed Concrete Pile*
Precast Prestressed Concrete Pile adalah tiang pancang dari beton prategang yang menggunakan baja penguat dan kabel kawat sebagai gaya prategangnya.

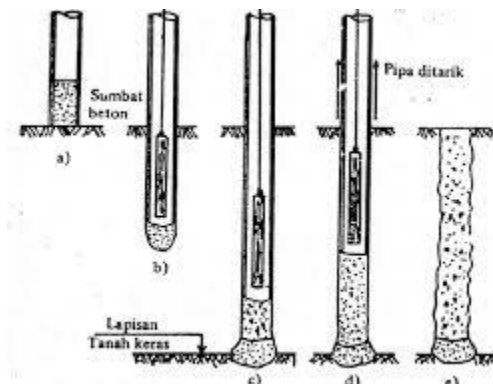


Gambar 2.3. Tiang Pancang *Precast Prestressed Concrete Pile*

Sumber: Bowles, 1991

- *Cast In Place Pile*
 Pondasi tiang pancang tipe ini adalah pondasi yang dicetak di tempat dengan jalan dibuatkan lubang terlebih dahulu dalam tanah dengan mengebor tanah seperti pada pengeboran tanah pada waktu penyelidikan tanah. Pada *cast in place* ini dapat dilaksanakan dua cara, yaitu :

- a) Dengan pipa baja yang dipancangkan kedalam tanah, kemudian diisi dengan beton dan ditumbuk sambil pipa baja tersebut ditarik ke atas.
- b) Dengan pipa baja yang dipancangkan ke dalam tanah, kemudian diisi dengan beton, sedangkan pipa tersebut tetap tinggal di dalam tanah.



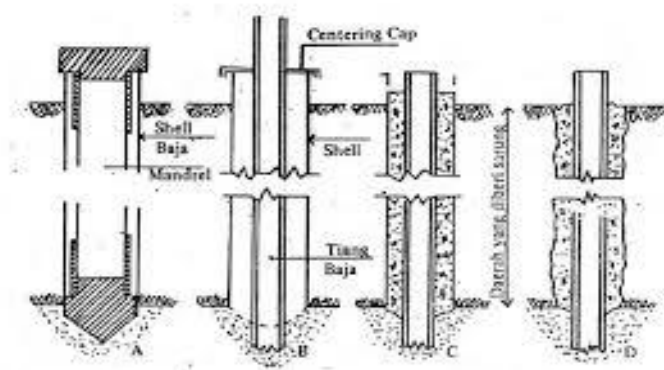
Gambar 2.4. Tiang Pancang *Cast In Place Pile Frankie Pile*

c. Tiang Pancang Baja

Jenis tiang pancang baja ini biasanya berbentuk profil H. Kekuatan dari tiang ini adalah sangat besar karena terbuat dari baja, sehingga dalam transport dan pemancangan tidak menimbulkan bahaya patah seperti pada tiang pancang beton *precast*. Jadi pemakaian tiang pancang ini sangat bermanfaat jika dibutuhkan tiang pancang yang panjang dengan tahanan ujung yang besar. Tingkat karat pada tiang pancang baja sangat berbeda-beda terhadap *texture* (susunan butir) dari komposisi tanah, panjang tiang yang berada dalam tanah dan keadaan kelembaban tanah (*moisture content*).

Pada tanah dengan susunan butir yang kasar, karat yang terjadi hampir mendekati keadaan karat yang terjadi pada udara terbuka karena adanya sirkulasi air dalam tanah. Pada tanah liat (*clay*) yang kurang mengandung oksigen akan menghasilkan karat mendekati keadaan seperti karat yang terjadi karena terendam air. Pada lapisan pasir

(*grandula*) yang dalam letaknya dan terletak di bawah lapisan tanah yang padat akan sedikit sekali mengandung oksigen, maka lapisan pasir tersebut akan menghasilkan karat yang kecil sekali pada tiang pancang baja.



Gambar 2.5. Tiang Pancang Baja

2.4. Cost Model

Menurut Dell'Isola (1974) dalam Listiono (2011), *cost model* adalah suatu model yang digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya total suatu proyek. Penggambarannya dapat berupa suatu bagan yang disusun dari atas ke bawah. Bagian atas adalah jumlah biaya elemen bangunan dan di bawahnya merupakan susunan biaya item pekerjaan dari elemen bangunan tersebut. Dengan *cost model* dapat diketahui biaya total proyek secara keseluruhan dan dapat dilihat perbedaan biaya tiap elemen bangunan. Perbedaan biaya tiap elemen bangunan tersebut dapat dijadikan pedoman dalam menentukan item pekerjaan mana yang akan dianalisis *Value Engineering*. *Cost model* juga bertujuan untuk menggambarkan distribusi perencanaan biaya awal suatu proyek konstruksi.

2.5. Analisis Distribusi Pareto

Menurut Chandra (2014) dalam Armando (2015), salah satu cara untuk menentukan lingkup pekerjaan analisis value engineering 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.

Menurut Chandra (2014) dalam Armando (2015), diagram pareto adalah serangkaian seri diagram batang yang menggambarkan frekuensi atau pengaruh dari proses/keadaan/masalah. Diagram diatur mulai dari yang paling tinggi sampai paling rendah dari kiri ke kanan. Diagram batang bagian kiri relatif lebih penting dari pada sebelah kanannya. Diagram pareto sudah lama digunakan dalam quality management tools, sebagai alat untuk menginvestigasi data-data masalah yang ada kemudian dipecahkan ke dalam kategori tertentu, sehingga dapat diketahui frekuensinya untuk setiap kejadian/proses. Diagram pareto dapat mengantarkan sejumlah data ke dalam bentuk yang lebih baik dan terbaca lebih mudah, sehingga dapat diambil kesimpulan dan prioritas penyelesaian tugas.