

BAB 2

TELAAH PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Data-data penelitian terdahulu yang telah dilaksanakan sebelumnya dapat kami sampaikan sebagaimana berikut :

1. Budi Wijaksana¹, Rayandra Nurdjalin² (2012).

Budi Wijaksana¹, Rayandra Nurdjalin² (2012) dengan judul Value Engineering Pekerjaan Pondasi Pada Proyek Pabrik Semen Bosowa Banyuwangi. Penelitian *Value Engineering* dengan mempertimbangkan design awal yang hanya menggunakan data tanah 3 titik bor log, dengan data tersebut peneliti mencoba mengefisienkan pondasi dengan melakukan penelitian tanah kembali sebanyak 38 bor log, yang selanjutnya dilakukan efisiensi tiang dengan menggunakan bor pile dan mini pile, hingga diperoleh efisiensi biaya pelaksanaan sebesar Rp. 5.600.000.000.

2. Putri Arumsari and Ricco Tanachi (2015)

Putri Arumsari and Ricco Tanachi (2015) with title “ Value engineering application in a high rise building (a case study in Bali) “. The research found that by applying value engineering through several items of work in a commercial high rise building it could save up to up to 8% of the total cost of the architecture work. The architecture work that was analysed through value engineering were the wall work, the door work, the floor work and the sanitary work. These were found to be the most effecting result from the Pareto calculation. The application of value engineering is this research was only done in one commercial high rise building in Bali. The work analysed was also only the architecture work.

3. Edna Melena De Jesus Mendonka (2015).

Edna Melena De Jesus Mendonka (2015) dengan judul penelitian Penerapan *Value Engineering* Pada Pembangunan Gedung MIPA Center Universitas Brawijaya Malang, penulis dengan menggunakan metode Value Engineering dilakukan evaluasi ulang struktur dengan melakukan perubahan dimensi struktur hingga didapat efisiensi biaya pada pekerjaan balok sebesar Rp. 439.835.717,12 dan penghematan pada struktur kolom sebesar Rp. 1.163.439.177,75.

4. Sri Indah Budiarti (2016).

Sri Indah Budiarti (2016) dengan judul penelitian Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Konstruksi, dengan menggunakan teori *Value Engineering* penulis melakukan penghematan biaya dengan mengadakan perubahan struktur plat konvensional dengan menggunakan beton *stell floor deck*

dengan pembesian wire mesh satu lapis diameter 8 mm diperoleh penghematan sebesar Rp. 2.474.961.000,00.

5. Nasrul¹ dan Tri Wahyu Oscar² (2017).

Nasrul¹ dan Tri Wahyu Oscar² (2017). dengan judul penelitian Aplikasi *Value Engineering* Pada Proyek Konstruksi dengan melakukan evaluasi design dengan memperkecil dimensi struktur balok, kolom dan plat. Hasil evaluasi tersebut didapat penghematan biaya konstruksi sebesar Rp. 90.819.229,52 atau sebesar 2,37% dari biaya total proyek.

6. Siswo Handoko, Retno Hastijanti dan Herry Widhiarto (2017)

Siswo Handoko, Retno Hastijanti dan Herry Widhiarto (2017) dengan judul Penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Politeknik Negeri Banyuwangi Dengan menggunakan aplikasi rekayasa nilai yang diterapkan pada pekerjaan dinding dengan mengganti material alternative awal bata merah dengan bata ringan dan pekerjaan plesteran dari material alternative semen dan pasir diganti dengan semen instan mortar render pada proyek pembangunan Gedung Perkuliahan Politeknik Negeri Banyuwangi. Besar penghematan keseluruhan pada pekerjaan dinding yang didapat Rp. 65.175.999,90,- dari biaya awal sebesar Rp. 616.495.393,90,- setelah dilakukan analisis Rekayasa Nilai menjadi Rp. 551.319.394,00,- dengan nilai penghematan sebesar 10,57 %.

7. Weni Mukti Harini (2018).

Weni Mukti Harini (2018). dengan judul penelitian Penerapan *Value Engineering* Untuk Effisiensi Biaya Konstruksi dengan melakukan evaluasi struktur balok, kolom dan plat, dari hasil evaluasi dipadat nilai penghematan pada pekerjaan balok dengan alternatif precast didapat efisiensi biaya sebesar Rp. 1.494.028.557, struktur kolom dengan alternatif precast didapat efisiensi biaya sebesar Rp. 1.125.013.901, struktur plat dengan alternatif tulangan wire mest satu lapis dan floor deck didapat efisiensi biaya sebesar Rp. 379.803.436, dinding bata dengan alternatif pemasangan bata ringan didapat efisiensi sebesar Rp. 566.440.559 dengan total penghematan sebesar Rp. 3.308.856.329.

8. I Gede Angga Diputra et.al (2018).

I Gede Angga Diputra et.al (2018) dengan judul penelitian Penerapan *Value Engineering* Pada Proyek Tamansari Apartemen dengan melakukan evaluasi design dengan rencana awal menggunakan struktur plat konvensional diganti dengan menggunakan bondek, pekerjaan dinding dari bata merah menjadi bata ringan dan pekerjaan atap dari genteng karang pilang menjadi genteng cisangkan dengan total penghematan sebesar Rp. 64.652.660,16 atau sebesar 1% dari nilai kontrak.

9. Ani Firda¹, Sandi Saputra² (2018).

Ani Firda¹, Sandi Saputra² (2018) dengan judul penelitian Penerapan *Value Engineering* Pada pekerjaan konstruksi pada kasus Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Provisnsi Sumatra Selatan dengan melakukan perubahan design dari kolom dan balok non precast menjadi kolom dan balok precast hinggga didapat penghematan biaya sebesar Rp. 3.737.843.286 atau setara dengan 7,02% terhadap biaya proyek.

10. Yulius Eren Pottu (2018).

Yulius Eren Pottu (2018) dengan judul penelitian Penerapan Rekeyasa Nilai (*Value Engineering*) pada proyek pembangunan Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang dengan melakukan review design struktur beton balok dan kolom dengan material pengganti material WF, dengan hasil efisiensi didapat penghematan sebesar Rp. 787.839.095 atau sebesar 29.02% dari biaya desin awal.

11. Malik Hadi Iskandar (2018).

Malik Hadi Iskandar (2018) dengan judul penelitian Penerapan *Value Engineering* pada struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember dengan melalukan review terhadap pekerjaan struktur kolom, dinding geser, balok dan plat dengan total penghematan sebesar Rp. 569.392.000 atau sebesar 15,25% dari biaya awal.

12. Moh Choirul Uman et.al (2019).

Moh Choirul Uman et.al (2019) dengan judul penelitian Penerapan Rekeyasa Nilai pada proyek Pembangunan Apartemen Biz Square (Menara Rungkut Tower) Surabaya dengan melakukan review design dari design awal menggunakan plat balok dirubah menggunakan design Flat Slab tanpa balok dengan total efisiensi sebesar Rp. 2.022.819.037 atau sebesar 13,79% dari nilai awal.

Berikut disampaikan tabel penelitian terdahulu dalam bentuk tabel seperti dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 : Daftar Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variable	Kesimpulan
1	Budi Wijaksana 1, Riyandra Nusdjalin2 (2012)	Value Engineering Pekerjaan Pondasi Pada Proyek Pabrik Semen Bosowa Banyuwangi	Value Engineering	Perubahan tiang pancang dia.60 cm menjadi Bore Pile dan mini.	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	Putri Arumsari and Ricco Tanachi (2015)	Value engineering application in a high rise building (a case study in Bali)	Value Engineering	The architecture work that was analysed through value engineering were the wall work, the door work, the floor work and the sanitary work.	The research found that by applying value engineering through several items of work in a commercial high rise building it could save up to up to 8% of the total cost of the architecture work
3	2.Edna Melena De Jesus Mendonka (2015)	Penerapan Value Engineering Pada Pembangunan Gedung MIPA Center Universitas Brawijaya Malang	Value Engineering	Perubahan design dimensi balok dan kolom.	Rekayasa Nilai pada pekerjaan balok terdapat penghematan sebesar Rp 439,835,717.12, Rekayasa Nilai pada struktur kolom terdapat penghematan sebesar Rp 1,163,439,177.75,

Tabel 2.1 : Daftar Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variable	Kesimpulan
4	Sri Indah Budiarti (2016)	Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Pada Proyek Konstruksi	Value Engineering	Redesign struktur plat, dari plat konvensional menjadi plat beton stell flor deck dengan tulangan tunggal wire mesh dia.8 mm.	perubahan design plat menghasilkan penghematan sebesar Rp. 2.474.961.000,00.
5	Nasrul dan Tri Wahyu Oscar2 (2017)	Aplikasi Value Engineering Pada Proyek Konstruksi (Studi kasus proyek pembangunan kuliah IAIN Imam Bonjol Padang).	Value Engineering	Redesign pada pekerjaan struktur kolom, balok dan plat.	Setelah dilakukan analisa Value Engineering pada pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai dihasilkan perbedaan biaya sebesar Rp. 90.819.229,52 atau sebesar 2.37 % dari biaya total proyek.
6	Siswo Handoko, Retno Hastijanti dan Herry Widhiarto (2017)	Penerapan Rekayasa Nilai pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Politeknik Negeri Banyuwangi	Value Engineering	Redesign bata merah dengan bata ringan dan penggantian plester aci konvensional dengan semen instan.	Besar penghematan keseluruhan pada pekerjaan dinding yang didapat Rp. 65.175.999,90, - dari biaya awal sebesar Rp. 616.495.393,90, - setelah dilakukan analisis Rekayasa Nilai menjadi Rp. 551.319.394,00, - dengan nilai penghematan sebesar 10,57 %.

Tabel 2.1 : Daftar Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variabel	Kesimpulan
7	Weni Mukti Hanini (2018)	Penerapan Value Engineering Untuk Efisiensi Biaya Konstruksi	Value Engineering	evaluasi struktur balok, kolom dan plat, dari hasil evaluasi dipadatkan nilai penghematan pada pekerjaan balok dengan alternatif dengan menggunakan precast	Evaluasi dari beberapa komponen pekerjaan terpilih adalah: struktur gedung : kolom, balok dan pelat, untuk pekerjaan arsitektur dinding, Dengan total efisiensi biaya terhadap nilai proyek awal adalah sebesar Rp. 3.308.865.329 atau 2,31% terhadap nilai awal proyek
8	6.I Gede Angga Diputra et.al (2018)	Penerapan Value Engineering Pada Proyek Tamansari Apartemen	Value Engineering	Redesign dengan rencana awal menggunakan struktur plat konvensional diganti dengan menggunakan bondok, pekerjaan dinding dari bata merah menjadi bata ringan dan pekerjaan atap dari genteng karang pilang menjadi genteng cisangkan	Penghematan biaya sebesar Rp.64.652.660,16 atau 1% dari rencana awal.
9	Ani Firda ¹ , Sandi Saputra ² (2018)	Penerapan Value Engineering Pada Pekerjaan Konstruksi Kasus Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Provisinsi Sumatra Selatan	Value Engineering	design dari kolom dan balok non precast menjadi kolom dan balok precast	Penghematan biaya Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Provinsi Sumatera Selatan yang diperoleh dari penerapan Re-kayasa Nilai (Value Engineering) pada pekerjaan Kolom dan Balok biaya sebesar Rp. 3.737.843.286 atau sebesar 7,02 %.

Tabel 2.1 : Daftar Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode	Variable	Kesimpulan
10	Yulius Eren Pottu (2018)	Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) Pada Proyek Pembangunan Gedung Poliklinik dan Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya Malang	Value Engineering	review design struktur beton balok dan kolom dengan material pengganti material WF	Struktur tengah item balok dan kolom dengan design awal beton bertulang sebesar Rp. 2.715.032.033,- dan diganti alternatif baja profil Wide Flange (WF) lebih murah yaitu sebesar Rp. 1.927.192.938,- Besarnya penghematan yang dihasilkan yaitu sebesar Rp. 787.839.095,- (sebesar 29.02% dari biaya 104 desain awal) sehingga struktur baja profil Wide Flange (WF) layak untuk diusulkan sebagai alternatif pengganti dari rencana awal.
11	Ma'lik Hadi Iskandar (2018)	Penerapan Value Engineering Pada Struktur Gedung Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Jember	Value Engineering	review terhadap pekerjaan struktur kolom, dinding geser, balok dan plat	1. review terhadap pekerjaan struktur kolom, dinding geser, balok dan plat dengan total penghematan sebesar rp. 569.392.000 atau sebesar 15,25% dari biaya awal.
12	Moh Choirul Uman et.al (2019)	penelitian Penerapan Rekayasa Nilai Pada Proyek Pembangunan Apartemen Biz Square (Menara Rungkut Tower) Surabaya	Value Engineering	review design dari design awal menggunakan plat balok dirubah menggunakan design Flat Slab tanpa balok.	Dari alternatif Flat slab didapatkan total penghematan sebesar : Rp. 2.022.819.037 atau sebesar 13,79 % untuk pekerjaan struktur pelat beton bertulang apartemen biz square Surabaya.

2.2 LANDASAN TEORI

Ahadi (2011) menulis bahwa *Value Engineering* Proyek merupakan sebuah kegiatan merekayasa Teknik dari perencanaan bangunan yang sudah ada tanpa mengurangi mengurangi fungsi struktur dan arsitektur bangunan sehingga didapat biaya pelaksanaan dan pekerjaan yang lebih murah, *Value Engineering* biasa dilaksanakan oleh kontraktor atau pemilik proyek sebelum melaksanakann sebuah pekerjaan, *Value engineering* juga dilakukan oleh konsultan perencana dalam menentukan type struktur, bahan serta bentuk bangunan yang akan dituangkan ke dalam sebuah design bangunan secara utuh.

Ahadi (2011) menerangkan dalam melakukan Rekasa *Value engineering* terdapat beberapa hal yang biasa dijadikan acuan diantaranya :

1. Metode Pelaksanaan Kerja , metode yang berbeda akan mempunyai tingkat efisiensi yang berbeda.
2. Perbandingan bahan, pengaruh penggunaan bahan yang berbeda sangat mempengaruhi efisiensi biaya.
3. Pengurangan penggunaan material yang tidak perlu.
4. Urutan pelaksanaan item pekerjaan.

2.2.1. Sejarah Singkat Keberadaan Value Engineering

A. Sejarah *Value Engineering* Secara Umum.

Value Engineering adalah suatu Teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan terbaik antara biaya, kehandalam dan kinerja suatu produk (Zimmerman dan Hart, 1982)

Pengertian *Value Engineering* adalah biaya teroptimum untuk berjalannya suatu fungsi :

$$Value = \frac{Function}{Cost}$$

Value Engineering lahir pada masa perang Dunia ke II (tahun 1939-1945). Pada saat itu perusahaan General Electric (GE) ditugaskan oleh US Army untuk memproduksi persenjataan (Zimmerman dan Hart,1982). GE mengalami kesulitan akibat meningkatnya kebutuhan persenjataan yang demikian pesatnya, namun material relative sulit untuk didapatkan guna memproduksi perlengkapan persenjataan tersebut. Disamping itu pemenuhan kebutuhan tenaga kerja juga menjadi masalah

Untuk menghadapaii kendala tersebut, Manager Pembelian dari GE, Lawrance D. Miles mengembangkan suatu system atas dasar pemikiran “ Bagaimana mendapatkan suatu produk dengan material dan biaya terbatas “. Berdasar hal tersebut, maka muncul suatu pertanyaan bagaimana memperoleh suatu produk sesuai dengan fungsi utamanya dengan menggunakan alternatif material lain yang tersedia.

Dengan pola pikir tersebut, dikembangkan suatu alternatif solusi yang kemudian diuji coba dan diaplikasikan pada tahap produksi untuk memenuhi target yang telah ditetapkan. Dasar pendekatan “ fungsi” ini berperan penting dalam memberikan solusi dari berbagai permasalahan.

D. Miles (1972) menyimpulkan bahwa melakukan penggantian material terhadap pilihan awal yang digunakan akan dapat memberikan *performance* yang sama bahkan lebih baik namun dengan biaya yang lebih rendah. Pendekatan fungsi (*Function Approach*) menjadi kunci keberhasilan, yang kemudian menjadi dasar dari Teknik value analysis (VA). Setelah value analysis ini dirasakan bermanfaat dan kegunaannya, maka proses-proses produksi yang lain mulai memanfaatkan value analysis ini. Dengan perkembangannya waktu value analysis ini diterapkan dalam pekerjaan konstruksi dan dikenal dengan teknik *Value Engineering* (VE).

Perkembangan pertumbuhan ilmu *value engineering* dapat dirangkum sebagaimana berikut :

1. Tahun 1947: Lawrence D. Miles dari perusahaan General Electric di Amerika Serikat mengembangkan kerangka dasar VE. Pada awalnya VE digunakan untuk melakukan optimasi biaya pada proses produksi barang-barang elektronik dengan tetap menjaga performance produk terkait dan VE masih dikenal sebagai Value analysis.
2. Tahun 1954 : Departemen pertahanan Amerika Serikat mulai mengaplikasikan *Value Engineering* dibidang pengadaan (*Procurement*)
3. Tahun 1959 : *Society of American Value Engineering (SAVE)* dibentuk di Washington D.C untuk mempersatukan semua praktisi dan mempromosikan pengembangan profesi di bidang *Value Engineering*.
4. Tahun 1963 : Departemen Pertahanan Amerika Serikat mulai mengaplikasikan VE untuk program konstruksi dan merupakan pihak pertama yang memasukkan *VE Incentive Clause* pada setiap kontraknya.
5. Tahun 1964 : *US Secretary of State*, Robert S. McNamara, Menyusun *Cost Reduction Program* untuk mengatasi deficit anggaran belanja akibat perang Vietnam dan perang Korea, yaitu dengan menggunakan *Value Methodology* sebagai usaha untuk meningkatkan kualitas administrasi dalam manajemennya. Sistem ini kemudian dikenal dengan nama *Value Engineering*.
6. Tahun 1967 : *US Senate Committee on Public Works* mengadakan dengar pendapat mengenai rencana aplikasi VE untuk Departemen Pekerjaan Umum.
7. Tahun 1970 : *US Congress* mendukung rencana aplikasi VE dengan mengeluarkan rekomendasi penggunaan untuk semua proyek yang dibiayai oleh pemerintah federal.
8. Tahun 1970 : Jepang mulai memperkenalkan VE melalui *Institute of Business and Management of Tokyo*.
9. Tahun 1972 : *General Services Administration (GSA)* di Amerika Serikat mulai mengharuskan aplikasi VE dan menggunakan *VE Incentive Clause*.

10. Tahun 1973 : *Society of American Value Engineering (SAVE)* menyusun program sertifikasi spesialis VE dan mengharuskan penggunaan *Certified Value Specialist (CVS)* untuk semua pekerjaan yang berhubungan dengan *Value (Value Work)*.
11. Tahun 1975 : *US Environmental Protection Agency (EPA)* menetapkan keharusan untuk mengaplikasikan VE.
12. Tahun 1976 : *US Departement of Transportation, Federal Highway Adiministration* mengadakan kontrak dengan private consultant untuk melaksanakan program training nasional “ *VE for Highway* “
13. Tahun 1978 : Italia mulai memperkenalkan VE melalui perusahaan yang bernama Chemint of Milan.
14. Tahun 1978 : Canada mulai menggunakan VE melalui *British Columbia Building Corporation* dan *Departemen of Public Works of Canada*.
15. Tahun 1979 : Australia mulai mengikuti menggunakan VE melalui perusahaan *Brian Faryner of Woolworth, Inc. Dann Mc. Lachlan Group off Sydneyfor Australian Mutual Provident (AMP)*.
16. Tahun 1996 : Presiden Clinton menandatangani “ *The Defence Authorization Act*” yang digunakan sebagai *public law* 104-106 yang menyatakan setiap instansi pemerintah harus melaksanakan penghematan anggaran mengikuti prosedur VE jika nilai proyeknya lebih dari 1 juta USD.

Value Engineering sekarang sudah banyak diaplikasikan bukan saja di Amerika Serikat, tetapi juga di negara-negara lain seperti Jepang, India, Korea, Australia, Brasil, Italia, Inggris, Jerman, Prancis, Swedia, Afrika Selatan, Canada dan lain-lain.

Berbeda dengan Amerika Serikat, Australia dan Inggris, VE di Jepang diaplikasikan bukan *event*, melainkan sebagai proses berkesinambungan dalam suatu filosofi yang dikenal sebaga *continuous improvement (Kaizen)* sepanjang tahapan proyek. Hal ini memang sudah diaplikasikan sebagai *Society of Japanese Value Engineering (SJVE)*.

Semua metodologi yang digunakan dalam VE tetap sama seperti yang mereka laksanakan, namun perbedaan budaya juga cukup membuat pendekatan yang agak berbeda, dimana pendekatan dunia barat lebih melihat hasil penghematan yang signifikan dalam tempo yang singkat, sedang di negara Jepang mereka lebih menikmati kepuasan melalui suatu perhitungan holistic untuk berbagai kemungkinan selama proyek berlangsung dan tetap memelihara konsesnsus di dalam tim mereka (Kelly dkk, 2009)

B. Sejarah Value Engineering Di Republik Indonesia

1. Pada tahun 1985, *Value Engineering* mulai dikenalkan.
2. Pada tahun 1990, *Value Engineering* mulai dikenalkan pada kontrak ICB.
3. Pada tahun 1995, Tidak bernafas sejenak atau mati suri.
4. Pada tahun 2002, *Value Engineering* diterapkan lagi tapi sangat terbatas.

5. Pada tahun 2006, Lahirnya HAVE-I (Himpunan Ahli Value Engineering – Indonesia).
6. Pada tahun 2007 – Mei 2007 “ *Wake Up Call* “ Presiden minta para pejabat berhemat.

2.2.2. Definisi *Value Engineering* Menurut Para Ahli

Value Engineering menurut para ahli diantaranya sebagaimana berikut :

Value Engineering adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu Teknik yang telah diketahui, yaitu Teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis). (Soehato,1965) yang dikutip *Society Of American Value Engineers*.

Value Engineering adalah evaluasi sistematis atas design engineering suatu proyek untuk mendapatkan nilai yang aling tinggi bagi setiap dollar yang dikeluarkan, selanjutnya *Value Engineering* mengkaji dan memikirkan berbagai komponen kegiatan seperti pengadaan, pabrikasi dan konstruksi serta kegiatan – kegiatan lain dalam kaitannya antara biaya terhadap fungsinya, dengan tujuan mendapatkan penurunan biaya proyek secara keseluruhan (E.R Fisk, 1982).

Value Engineering adalah sebuah Teknik dalam manajemen menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan fungsi terbaik antara biaya, keandalan dan kinerja sebuah proyek (Dell’ Isola).

Value Engineering adalah sebuah penerapan sistematis dari sejumlah Teknik untuk mengidentifikasi fungsi – fungsi suatu benda dan jasa dengan memberi nilai terhadap masing–masing fungsi yang ada serta mengembangkan sejumlah alternative yang memungkinkan tercapainya fungsi tersebut dengan biaya total minim (Heller, 1971 dan Hutabarat 1995).

2.2.3. Konsep *Value Engineering*.

Sejak diperkenalkan dan berkembang hingga sekarang, khususnya di Indonesia, *value Engineering* ternyata masih banyak belum dimengerti dan dipahami oleh pihak yang terlibat didalamnya. Hal ini disebabkan kurangnya informasi yang lengkap dan jelas mengenai keberadaan VE itu sendiri, sehingga masing-masing pihak berusaha untuk menafsir metode ini menurut cara dan kemampuan masing-masing.

Agar diperoleh hasil kerja pelaksanaan *Value Engineering* yang sesuai dengan kebutuhan berdasarkan prinsip dan metode yang tepat,, diperlukan pengertian dan pemahaman yang seragam mengenai VE diantara pelaku Team VE dan pihak-pihak yang terkait. Berikut pengertian selengkapnya mengenai *Value Engineering* sebagaimana berikut :

a. *A Multidisciplined Team Approach.*

Yaitu suatu Teknik penghematan biaya produksi yang melibatkan pemilik, perencana, para ahli yang berpengalaman dibidangnya masing-masing dan

konsultan *value engineering*. Jadi dapat dikatakan bahwa pekerjaan *value engineering* adalah merupakan kerja dari berbagai personil dari berbagai disiplin ilmu yang berpengalaman dibidangnya.

b. *A Proven Management Technique.*

Yaitu suatu Teknik penghematan biaya yang telah terbukti dan terjamin mampu menghasilkan berbagai produk yang bermutu dengan biaya rendah.

c. *An Oriented System.*

Dengan menggunakan tahapan dalam rencana tugas (*job plan*), untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu (*unnecessary cost*).

d. *An Oriented Function.*

Berorientasi pada fungsi-fungsi yang diperlukan pada setiap item atau system yang ditinjau untuk menghasilkan nilai produk yang diinginkan.

e. *Life Cycle Cost oriented.*

Berorientasi pada biaya total yang diperlukan pada proses produksi serta optimasi pengoperasian segala fasilitas pendukungnya (berorientasi pada biaya total kepemilikan dan pengoperasian fasilitas).

Perlu disampaikan bahwa *value engineering* bukan merupakan hal-hal sebagaimana berikut :

a. *A Cost Cutting Procces.*

Yaitu proses penghematan biaya dengan mengurangi biaya satuan (*unit price*) dengan mengorbankann mutu, keandalan dan penampilan dari produk yang dihasilkan.

b. *A Design Review.*

Yaitu mencari-cari kesalahan dalam perencanaan sebelumnya atau mengulangi perhitungan yang telah dilakukan oleh pihak perencana.

c. *A Requerement Done All Design.*

Bukan menjadi keharusan setiap perencana untuk melaksanakannya. Hal ini disebabkan perencana mempunyai keterbatasan waktu dalam melaksanakan pekerjaannya, sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan perbandingan dengan alternatif lain diluar yang dikuasai.

d. *Quality Control.*

Bahwa terkait dengan pengendalian waktu, *Value Engineering* bukan sekedar pengendalian mutu produk.

2.2.4. *Unnescsary Cost and Poor Value*

Studi telah membuktikan bahwa setiap desain pasti mempunyai biaya-biaya yang tidak diperlukan, terlepas bagaimana bagusnya tim perencanaan tersebut melakukan tugasnya dan pada kenyataannya mustahil untuk menyajikan semua detail perencanaan yang begitu banyak dari suatu proyek untuk mencapai

keseimbangan yang terbaik antara mutu, keandalan, biaya, penampilan dan pemeliharannya.

Ada beberapa sebab mengapa biaya tidak diperlukan (unnecessary cost) atau nilai kurang (poor value) timbul dalam suatu perencanaan. Meskipun banyak sebab timbulnya biaya yang tidak diinginkan atau nilai kurang, pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal seperti tersebut berikut ini :

1. Keterbatasan Waktu (*Lack of time*)
Setiap perencana mempunyai keterbatasan waktu untuk menyerahkan hasil perencanaannya. Akibat perencanaan hanya memiliki waktu yang sangat terbatas untuk membuat perbandingan biaya guna mencapai nilai yang diinginkan.
2. Kekurangan informasi (*Lack of Information*)
Kemajuan yang pesat dibidang iptek dan besarnya persaingan antar produk-produk sejenis mendorong dibuatnya unggulan baru yang terus menerus memasuki pasaran dan karena kondisi ini tidak mungkin perencana mengetahui seluruh perubahan tersebut, disamping juga sulit menerima semua produk itu sebelum terbukti keandalannya.
3. Kekurangan Ide (*Lack of Idea*)
Setiap ahli mempunyai spesialisnya masing-masing, tidak ada orang yang mengetahui semua bidang sekaligus, kondisi ini yang kadang mengakibatkan terjadinya kekurangan ide, hingga apa yang direalisasikan kurang tepat dengan kondisi tertentu.
4. Keadaan sementara yang secara tidak sengaja menjadi permanen.
Kadang-kadang perencana melakukan desain dengan menetapkan kondisi tertentu dengan asumsi karena belum didapatkan data yang sebenarnya, hal ini dilakukan agar bisa direview ulang nantinya. Karena keterbatasan waktu, design tersebut tidak sempat dievaluasi ulang hingga menjadi desain permanen.
5. Salah konsep (*Misconception*)
Perlu diketahui kadang-kadang perencana bisa melakukan salah konsep, hal ini terjadi karena perkembangan ilmu pengetahuan yang memperbaharui ilmu atau peraturan terdahulu, misal pembaharuan peraturan gempa dan lain sebagainya.
6. Sikap (*Attitudes*)
Disadari atau tidak kadang perencana sering bersikap mempertahankan pemikirannya sendiri dan tidak begitu mudah menerima pendapat orang lain yang sebenarnya lebih baik dan lebih sesuai dengan yang direncanakan.
7. Kekurangan Biaya (*Lack of Fee*)
Kekurangan biaya perencanaan dan keterbatasan waktu yang tersedia seringkali malah menambah biaya yang tidak diperlukan dalam perencanaan dan kondisi ini akan mempengaruhi biaya total dari keseluruhan proyek.
8. Politik (*Politics*)

- Keadaan atau keputusan pemerintah dibidang politik kadang bisa menimbulkan biaya biaya yang tidak diperlukan, sebagai contoh terkait dengan kewajiban penggunaan produk dalam negeri, padahal produk tersebut masih lebih mahal dari produk impor.
9. Kebiasaan (*Habitual thinking*)
Kebiasaan ini dimaksud terkait dengan kebiasaan dalam proses disain yang dilakukan konsultan perencana, kadang kebiasaan ini akan mempercepat perencanaan dan respon terhadap suatu permasalahan desain. Kadang pula kebiasaan ini akan menimbulkan biaya yang tidak diperlukan.
 10. Keengganan menerima saran (*Reluctante to Seek Advice*)
Hal ini berkaitan dengan sikap perencana yang meras hasil perencanaannya adalah yang terbaik, tanpa mau melakukan perbandingan dan melihat kenyataan yang berkembang disekitarnya.
 11. Hubungan masyarakat yang kurang serasi (*Poor Human Relations*)
Tidak terjalannya keserasian dan keselarasan hubungan baik antara personel maupun dengan pihak luar bisa mengakibatkan masing-masing personil membuat keputusan sendiri, yang kadang malah menambah besarnya biaya-biaya yang sebenarnya tidak diperlukan.

2.2.5. Mengapa Memerlukan Value Engineering

Sebagai metode yang baru diperkenalkan, penggunaan metode optimal dengan *Value Engineering* menimbulkan berbagai tangkapan positif maupun negative dari berbagai kalangan usaha waktu itu. Berbagai tanggapan mengenai penetapan konsultan VE pada proyek dengan nilai diatas 1 milyar rupiah menjadi polemik yang menarik yang diikuti dari berbagai media saat itu. Perdebatan yang ditampilkan berkisar keandalan mengenai Teknik VE itu sendiri, struktur organisasi proyek akibat masuknya konsultan VE, fee untuk konsultan VE dan waktu penerapan metode VE.

Berikut berbagai tanggapan dari berbagai pihak yang dimuat di beberapa media kota saat itu perihal *Value Engineering* :

1. WIRATMAN.

Jika ingin didapat biaya proyek yang efisien, bukanlah dengan mengganti sistemnya tetapi orangnya, terlebih jika sistem tersebut tidak diikuti dengan kemampuan pelaksananya. Selain itu VE yang berkembang dari ilmu konstruksi, janganlah didorong kearah ilmu dan profesi baru, pelaksanaan VE menyebabkan kaburnya tanggungjawab diantara para pelaksana proyek pembangunan.

2. IKATAN NASIONAL KONSULTAN INDONESIA (INKINDO).

Bila manajemen konstruksi (MK) diterapkan secara murni, maka jelas konsultan VE tidak perlu ada, karena pekerjaan evaluasi sudah tercakup dalam konsultan MK.

3. DIRJEN CIPTA KARYA

Penerapan Value Engeneering sebaiknya setelah lelang, dimana saat itu jumlah biaya konstruksi sudah diketahui dan ditunjukkan oleh kontraktor.

4. SOEBEKTI

Pertimbangan penerapan VE pada tahap pelaksanaan bisa dilakukan bila dalam keputusan studi pelaksanaan suatu proyek perlu penelitian lebih lanjut atau pada fase sebelumnya belum dianalisa dan dicantumkan tentang klausul insentif.

5. HARIO SABRANG

Value Engineering (VE) dilaksanakan setelah pelelangan karena merupakan sistem yang masih baru.

6. SYAHRUL SYARIF

Aplikasi menambah proses dan memerlukan waktu yang panjang sebelum pelaksanaan dimulai. Seharusnya pelaksanaan VE diterapkan pada tahap konsep perencanaan.

Dari apa yang disampaikan pada dasarnya mereka dapat menerima metode *Value Engineering* namun masih meragukan kemampuannya untuk dapat mengoptimasi biaya tanpa meninggalkan kualitas, keandalan, penampilan, maupun pemeliharannya. Untuk itu pendekatan dari pemerintah pada umumnya dan konsultan VE pada khususnya sangat membantu untuk menyakinkan pemilik , pelaksana dan perencana proyek untuk menerapkan metode *Value Engineering* pada proyek dengan nilai di atas 1 milyar.

Penerapan *Value Engineering* sebagai salah satu alternatif pada penghematan biaya pada pelaksanaan konstruksi meningkat dengan cukup pesat hal ini disebabkan karena :

- a. Meningkatnya biaya konstruksi.
- b. Kekurangan dana atau biaya pelaksanaan pembangunan.
- c. Suku bunga perbankan yang cukup tinggi terhadap dana-dana yang dipergunakan.
- d. Pemilik proyek sering menghadapi suatu hasil perencanaan atau pekerjaan yang terlampau mewah atau mahal.
- e. Adanya pertumbuhan ekonomi.

2.2.6. Kapan Menerapkan *Value Engineering*.

Ada enam tahapan dasar yang memberikan sumbangan dalam realisasi suatu proyek, dari suatu gagasan hingga menjadi kenyataan, yang dikenal dengan sebutan daur hidup proyek konstruksi (*The Life Cycle of construction Project*) yaitu :

1. Konsep dan Studi Kelayakan (*Concept and feasibility Studies*)
2. Pengembangan (*Development*).
3. Perencanaan (*Design*).
4. Konstruksi (*Construction*).

5. Operasi dan Pemeliharaan (*Oparation and Maintenance*).
6. Perbaikan (*Repairing*).

Secara teoritis, program *Value engineering* dapat diaplikasikan pada setiap tahap sepanjang waktu berlangsungnya proyek, dari awal hingga selesainya pelaksanaan konstruksi, bahkan sampai pada tahap penggantian (*replacement*).

Meskipun program *Value Engineering* dapat diterapkan sepanjang waktu berlangsungnya proyek, adalah lebih efektif bila program Value Engineering sudah diaplikasikan secara dini pada tahap konsep dan secara kontinyu sampai masa perbaikan, Kondisi ini akan memberikan penghematan secara maksimal.

2.2.7. Hambatan – Hambatan Dalam Pelaksanaan VE.

Menurut majalah Konstruksi (Pebruari 1992) dan peneltian yang dilakukan oleh Cheah dan Ting (2004) serta Chandra (2006) dapat dilihat beberapa hambatan dalam aplikasi *Value Engineering* antara lain :

- a. Definisi yang salah tentang VE, VE bukan semata mata hanya untuk pemotongan biaya, namun mengarah pada pendekatan yang sistematis untuk menghilangkan biaya yang tidak perlu dengan mempertimbangkan fungsi proyek tersebut.
- b. Kontribusi VE yang kurang terukur, VE tidak hanya memberikan kontribusi pada penghematan biaya tapi masih ada kontribusi lainnya yang dapat disumbangkan, namun hanya saja masih sulit untuk di ukur dan belum banyak diketahui oleh penerima jasa. Informasi keberhasilan umumnya sampai batas penyelenggara proyek saja tidak sempat untuk direkam dan disebarluaskan sebagai suatu prestasi.
- c. Kurang pengetahuan tentang VE, pelaksanaan VE di indonesia tergolong baru apabila dibandingkan dengan negara – negara lain (Jepang , Amerika Serikat), sehingga dalam pelaksanaan mengalami kendala pengetahuan yang mendalam mengenai pelaksanaan VE. Hal tersebut dapat mengakibatkan kurang maksimalnya hasil yang diperoleh dari pelaksanaan VE tersebut.
- d. Kurangnya sikap tegas atau inisiatif dari owner untuk melakukan VE sehingga para perencana, kontraktor dan pihak lain yang tergabung tidak melakukan VE.
- e. Tidak adanya insentif dari penghematan yang dilakukan sehingga kurang menarik dari pelaksana VE, karena tidak ada hasil yang didapat dari melakukan VE pada suatu proyek karena hanya menguntungkan pihak owner saja.
- f. Terbatasnya waktu dan biaya untuk melakukan VE sehingga kurang kesadaran pelaku proyek untuk melakukan VE.
- g. Kurang profesionalisme, tidak adanya keberadaan assosiasi praktisi VE bagi penerapan VE di Indonesia, lain halnya di negara Amerika Serikat dan Jepang yang memiliki assosiasi praktisi VE yang melakukan dukungan terhadap pelaksanaan dan pengembangan VE.

- h. Konflik yang terjadi antara Stakeholder.
- i. Kurangnya Komunikasi.
- j. Wewenang pengambilan keputusan yang terbagi.
- k. Kurangnya dukungan dari pihak yang terkait.
- l. Kurangnya fleksibilitas dalam kontrak yang mengatur VE.
- m. Budaya dan proses pelaksanaan VE yang berbeda – beda.

2.2.8. Rencana Kerja VE (VE Job Plan).

Rencana kerja adalah pendekatan sistematis dari studi VE dan merupakan rencana yang terarah untuk melaksanakan studi VE, termasuk implementasi dan rekomendasi hasil studi VE. Rencana kerja ini membantu menentukan bagian-bagian yang mempunyai biaya yang tinggi pada suatu perencanaan, misal bagian-bagian yang mempunyai biaya tinggi dibandingkan dengan alternatif-alternatif lain yang sebanding.

Sebagaimana yang lazim digunakan VE Job Plan terdiri dari lima tahap sebagaimana berikut :

a. Tahap Informasi

Pada fase ini meliputi pencarian informasi sebanyak – banyaknya yang dapat digunakan sebagai perencanaan proyek pada tahap selanjutnya. Pada tahap ini kita harus mengumpulkan data – data baik berupa data primer berupa wawancara langsung dengan pihak terkait misalnya kontraktor, owner dan konsultan serta pengumpulan data sekunder berupa RAB, *Master Schedule*, dokumen gambar dan referensi lainnya.

b. Tahap Kreatif

Pada fase ini dilakukan identifikasi sejumlah alternatif ide – ide baru, metode konstruksi baru. Hasil yang dapat dicapai adalah kemungkinan – kemungkinan alternatif lain yang dapat dipakai dalam pemenuhan fungsi. Pada tahap ini kita diharapkan menggunakan inovasi dan kreatifitas dalam mengolah elemen biaya yang berpotensi dapat dilakukan efisiensi dengan mengacu pada prinsip tidak mengurangi syarat umum yaitu kinerja, ketahanan, keandalan, mutu, manfaat, fungsi dan estetikanya. Tahap ini biasanya yang paling sulit dalam implementasinya. Tahap ini pula yang memunculkan beberapa alternatif dari inovasi tersebut yang kemudian dapat dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

c. Tahap Analisa / Evaluasi

Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi alternatif – alternatif yang ada dan melakukan Analisa terhadap alternatif di atas untuk mendapatkan hasil terbaik.

d. Tahap Pengembangan

Tahapan ini membuat perbandingan perencanaan yang direncanakan sehingga dapat melihat perbandingan dari tiap – tiap *life cycle cost* sehingga dapat melihat keuntungan maupun kerugian dari perencanaan yang dibuat. Pada

tahap ini dilakukan analisis lanjutan setelah terpilihnya item pekerjaan yang akan dilakukan suatu analisis *Value Engineering* dari elemen biaya yang akan direduksi, pada tahap ini dilakukan analisis *Life Cycle Cost (LCC)*, dengan tujuan untuk mengetahui manfaat jangka panjang dari inovasi tersebut baik biaya awal (*Initial Cost*), perbaikan (*Replecement Repair Cost*), biaya pemeliharaan dan operasional (*Maintenance and Operational Cost*) dan biaya sisa (*Slavage*). Alternatif – alternatif tersebut kemudian dijumlahkan secara keseluruhan yang mana memiliki potenis biaya yang terendah selama umur dari seluruh alternatif tersebut.

e. Tahap Presentasi.

Tahapan ini paling penting karena komunikasi yang kurang baik akan menjadi hambatan terhadap respon dari tim perencana. Keberhasilan tahap ini banyak tergantung pada keahlian mempresentasikan untuk mencapai pesan – pesan yang benar.

2.3. PONDASI

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan suatu bagian dari konstruksi yang berfungsi menahan gaya beban di atasnya. Pondasi dibuat menjadi satu kesatuan dasar bangunan yang kuat yang terdapat dibawah konstruksi. Pondasi dapat didefinisikan sebagai bagian paling bawah dari suatu konstruksi yang kuat dan stabil (solid).

2.3.1 Struktur pondasi

Struktur Pondasi merupakan bagian dari bangunan yang berada dibawah permukaan tanah maka termasuk bangunan struktur bawah. Struktur pondasi terbagi atas beberapa jenis/macam yaitu pondasi footplat (dangkal), pondasi sumuran atau pondasi tiang pancang, ketiga jenis pondasi tersebut masing-masing mempunyai karakteristik dan tingkat kemanfaatan yang berbeda-beda. Pondasi foot plat biasa dipergunakan terhadap struktur yang mempunyai tingkat beban atas pondasi yang relatif kecil dan tanah yang berada pada bangunan mempunyai daya dukung yang relatif kecil atau dangkal, maka pondasi footplat ini biasa disebut dengan istilah pondasi dangkal (Lashari, 2004). Sedangkan Pondasi tiang pancang dan sumuran biasa digunakan untuk tanah yang mempunyai tingkat daya dukung relatif sedang atau bahkan sangat dalam. Maka keduanya biasa disebut dengan pondasi dalam (Lashari, 2004). Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam mendesain struktur pondasi (Hanggoro, 2005) adalah :

- a. Ekonomi.
- b. *Adequate safety (Fs)* yang meliputi : kapasitas daya dukung tanah, gaya gesek tanah.
- c. Penurunan tanah karena beban.
- d. Perubahan cuaca yang relatif kecil tidak ekstrim.

e. Permasalahan konstruksi yang meliputi : kestabilan tanah, getaran, muka air tanah dll.

f. Efek atau imbas terhadap lingkungan.

Untuk memenuhi persyaratan (b) kapasitas dukung tanah dan (c) penurunan tanah, maka perlu dilihat terlebih dahulu seberapa besar beban yang akan didukung oleh tanah. Jika tanah pendukung sangat kompresibel dan terlalu lemah mendukung struktur atas maka penggunaan pondasi tiang sangat disarankan. Selain itu, faktor (a) ekonomis dan (f) dampak lingkungan merupakan bahan pertimbangan untuk pemilihan beberapa sistem pondasi yang masih memenuhi persyaratan (b) kapasitas dukung tanah dan (c) penurunan tanah. Adapun dalam pembangunan Apartemen Tamansari Emerald ini direncanakan dengan menggunakan pondasi tiang pancang. Akan tetapi apabila tiang pancang dipancang sampai tanah keras melalui lapisan lempung, maka untuk menghitung kapasitas daya dukung tiang harus diperhitungkan terhadap perlawanan ujung dan gesekan antara tiang dengan tanah. Perhitungan daya dukung tanah tergantung pada jenis data tanah yang ada yaitu berdasarkan hasil sondir dan berdasarkan data laboratorium.

2.3.2 Prinsip dan Aplikasi Pondasi Tiang

Pondasi tiang diperlukan untuk mendukung struktur atas untuk kondisi-kondisi sebagai berikut (Hanggoro, 2005) :

- 1) Lapisan-lapisan tanah atas sangat kompresibel dan terlalu lemah mendukung struktur atas. Dalam hal ini pondasi tiang diperlukan untuk meneruskan beban ke dalam lapisan tanah keras (bedrock). Jika pondasi tiang tidak mencapai tanah keras, maka beban struktural akan ditahan oleh friksi antara tiang dan tanah.
- 2) Jika pondasi harus menahan beban horizontal. Pondasi dalam dapat menahan momen dan rekayasa gaya vertikal secara bersamaan. Contohnya adalah pondasi untuk gedung tinggi, jembatan, dermaga dsb
- 3) Pada tanah yang ekspansif. Tanah yang ekspansif dapat mengalami pengembangan (*swelling*) dan penyusutan (*shrinkage*) tergantung kepada kondisi kadar airnya.
- 4) Pondasi harus menahan *uplift forces*. Hal ini misalnya terjadi pada basement dengan muka air tanah yang tinggi.
- 5) Adanya erosi tanah pada abutment dan pier jembatan.
- 6) Pondasi harus menahan gerakan tanah lateral. Pondasi tiang dapat digunakan sebagai perkuatan lereng atau sekaligus sebagai pondasi bangunan yang berdiri di atas tanah berlereng.

2.3.3 Dasar Teori Pondasi Tiang

A. Perhitungan Pondasi Tiang Pancang dan Bore Pile Menggunakan data N-SPT Dengan Metode LUCIANO DECOURT.

Pada perhitungan sebuah daya dukung sebuah pondasi tiang atau bearing capacity (Q_L ton) dengan menggunakan hasil *Soil Test Standar Penetration Test (SPT)* yang dikeluarkan oleh konsultan ahli tanah dapat dilakukan dengan rumus-rumus sebagaimana berikut :

Harga N dibawah muka air tanah harus dikoreksi menjadi N' berdasarkan perumusan TERZAGHI & PECK :

$$N' = 15 + 0,5 (N-15)$$

Dimana :

N = Jumlah pukulan kenyataan dilapangan untuk dibawah muka air tanah.

N' = Harga N terkoreksi karena N di bawah permukaan air tanah.

Untuk perhitungan bearing capacity pondasi tiang dapat digunakan metode Luciano Decourt (1982, 1996)

$$Q_L = Q_p + Q_s$$

Dimana :

Q_L = Daya dukung tanah maksimum pada pondasi.

Q_p = Daya dukung pada dasar pondasi

Q_s = Daya dukung akibat tekanan lateral

$$Q_p = \alpha q_p \times A_p = \alpha (N_p' \times K) \times A_p$$

Dimana :

N_p' = Harga rata-rata SPT disekitar $4B$ di atas hingga $4B$ di bawah dasar tiang pondasi

B = diameter pondasi.

$$= \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{n}$$

K = Koefisien karakteristik tanah

12 t/m², untuk lempung

20 t/m², untuk lanau berlempung

25 t/m², untuk lanau berpasir

40 t/m², untuk pasir.

A_p = Luas penampang dasar tiang.

Q_p = Tegangan di ujung tiang

α = Base Coefficient

= 1,00 untuk driven pile.

= 0,85 untuk bore pile (pada tanah jenis clay)

= 0,60 untuk bore pile (pada intermediate soil)

= 0,50 untuk bore pile (pada tanah jenis sands)

$$Q_s = \beta \times q_s \times A_s = \beta (\tilde{N}_s/3 + 1) \times A_s$$

Dimana :

q_s = Tegangan akibat lekatan lateral dalam t/m^2 .

\bar{N}_s = Harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam, dengan Batasan $3 \leq N \leq 50$

β = Shaft coefficient

= 1,00 untuk driven pile

= 0,85 untuk bore pile (pada tanah jenis clay)

= 0,60 untuk bore pile (pada intermediate soil)

= 0,50 untuk bore pile (pada tanah jenis sands)

Tabel 2.2 : Koefisien nilai α dan β pada pondasi dalam.

Pile/Soil	Clay		Intermediate Soil		Sand	
	α	β	α	β	α	β
Driven Pile	1	1	1	1	1	1
Bored Pile	0,85	0,80	0,60	0,65	0,50	0,50
Injected Pile	1	3	1	3	1	3

Sumber : Decourt & Quaresma, 1978 & Decourt et al. 1996

B. Perhitungan Pondasi Bore menggunakan Data N-SPT dengan Metode REESE & WRIGHT.

Dalam perhitungan tiang tunggal pada perencanaan pondasi tiang type bore menggunakan rumus-rumus sebagaimana berikut :

Daya dukung bore pile dihitung berdasarkan data NSPT menggunakan metode Reese & Wright.

$C_u = N-SPT \times 2/3 \times 10 \text{ KN/m}^2$

Atau menggunakan tabel korelasi C_u dengan N_{spt} dari Mochtar 2006 , Revised 2012.

Tabel 2.3 : Hubungan antara parameter tanah untuk tanah lempung atau lanau.

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, C_u		Taksiran harga SPT, harga N	Taksiran harga tahanan conus, q_c	
				(dari Sondir)	
	kPa	ton/ m ²		kg/cm ²	kPa
Sangat lunak (very soft)	0 – 12.5	0 – 1.25	0 – 2.5	0 – 10	0 – 1000
Lunak (soft)	12.5 – 25	1.25 – 2.5	2.5 – 5	10 – 20	1000–2000
Menengah (medium)	25 – 50	2.5 – 5.	5 – 10	20– 40	2000 –4000
Kaku (stiff)	50 – 100	5.0 – 10.	10 – 20	40 –75	4000 – 7500
Sangat kaku (very stiff)	100 – 200	10. – 20.	20 – 40	75– 150	7500 – 15000
Keras (hard)	> 200	> 20.	> 40	> 150	> 15000

Sumber : Mochtar (2006), Revised (2012)

Penggunaan Rumus untuk tanah Kohesif :

$$Q_p = q_p \times A_p = 9 \times C_u \times A_p$$

$$Q_s = f \times L_i \times A_s = \alpha \times C_u \times L_i \times A_s$$

Menurut Reese & Wright (1977) koefisien α untuk bore pile adalah 0,55 dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tanah (ton)

A_p = Luas penampang bore pile (m²)

Q_s = Daya dukung selimut bore pile (ton)

A_s = Keliling penampang bore pile (m)

F = Tahanan satuan skin friction (ton/m²)

L_i = Panjang lapisan tanah (m).

α = Faktor adhesi (0,55)

C_u = Kohesi tanah (ton/m²)

N_{spt} rata2 = Rata-rata dari 10D sampai 4D dibawah ujung tiang.

C. Daya Dukung Kelompok dan Effisiensi Tiang

Dalam perhitungan kelompok tiang dapat digunakan beberapa formula sebagaimana berikut :

1. Metode Converse – Labarre :

$$E_g = 1 - \emptyset \frac{(m - 1)n + (n - 1)m}{90mn}$$

Dimana :

E_g = Effisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlahh tiang dalam satu baris

\emptyset = arc tg d/s dalam derajat

s = Jarak pusat ke pusat tiang
 d = Diameter tiang

2. Metode Los Angeles Group

$$Eg = 1 - \frac{D}{\pi smn} \{m(n-1) + n(m-1) + (m-1)(n-1)\sqrt{2}\}$$

Dimana :

Eg = Effisiensi kelompok tiang.

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

s = Jarak pusat ke pusat tiang

D = Diameter tiang.

π = Konstanta lingkaran

Dalam menghitung daya dukung tiang kelompok yang biasanya digunakan pada pile cap ataupun pada raft pondasi dengan menggunakan formula sebagaimana berikut :

$$Qg = n \times Pu \times Eg$$

Dimana :

Qg = Daya dukung tiang kelompok n = Jumlah tiang

Pu = Daya dukung tiang tunggal

Eg = Efisiensi tiang kelompok

2.3.4 Mekanisme Beban Pondasi

Mekanisme transfer beban dari tiang ke dalam tanah adalah sangat kompleks. Beban pondasi akan ditransfer melalui tahanan gesek tiang (Q.friksi) dan tahanan ujung tiang (Q.ujung). Pada saat pembebanan tiang, perpindahan tiang ke arah bawah diperlukan untuk memobilisasi tahanan gesek tiang (Q.friksi). Tanpa memperhatikan jenis tanah, jenis tiang dan dimensinya, besarnya perpindahan relatif ini biasanya tidak melebihi 0,5 cm meskipun ada yang sampai mendekati 1,0 cm. Perpindahan ujung tiang yang dibutuhkan agar tahanan ujung tiang (Q.ujung) termobilisasi seluruhnya lebih

besar daripada gerakan yang dibutuhkan untuk termobilisasinya tahanan gesek tiang (Q.friksi) secara penuh. Secara umum tahanan gesek tiang ultimit (Q.friksi) termobilisasi lebih awal daripada tahanan ujungnya (Q.ujung). Mekanisme transfer beban juga tergantung pada jenis tanah, jenis tiang, panjang tiang dan seberapa tinggi tingkat pembebanannya. Pada umumnya, saat awal pembebanan, sebagian besar beban didukung oleh tahanan gesek tiang (Q.friksi) pada tiang bagian atas. Ketika beban dilepas dan kemudian dibebani kembali

dengan beban yang lebih besar, jika tahanan gesek tiang (Q_{friksi}) telah mencapai maksimum, sebagian beban akan didukung oleh tahanan ujung tiang (Q_{ujung}). Pada saat terjadi keruntuhan, dimana pergerakan terus bertambah hanya dengan penambahan beban yang sedikit, maka tidak ada lagi kenaikan transfer beban ke tahanan gesek tiang (Q_{friksi}) dan tahanan ujung tiang (Q_{ujung}) telah mencapai nilai maksimumnya

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “