BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Nilai

Definisi nilai adalah harga dari sebuah produk atau sesuatu. Produk pada umumnya dipertimbangkan untuk mempunyai nilai yang bagus jika produk tersebut memiliki penampilan dan biaya yang tidak sesuai, atau dengan membalikan definisi diatas, produk dipertimbangkan untuk tidak mempunyai nilai jika ada keterbatasan salah satu dari penampilan atau biaya yang tidak sesuai. Dari definisi ini dapat dikatakan bahwa nilai dapat ditingkatkan dengan meningkatkan penampilan atau *performance* atau menurunkan biaya. Penjelasan hal tersebut adalah sebagai berikut :

1. nilai selalu dapat ditingkatkan dengan menurunkan biaya (sementara, tentunya, mempertahankan penampilan)
2. nilai ditingkatkan dengan meningkatkan penampilan jika kebutuhan, keinginan, dan keinginan membayar untuk penampilan yang lebih baik dari konsumen.

Banyak cara untuk menentukan nilai selain dari biaya keuangan, meskipun kemungkinan ada satu kecerendungan berpikir bahwa biaya dan nilai adalah sama, hal ini tidak selalu benar. Ada empat tipe dari nilai adalah sebagai berikut :

1. nilai kegunaan (use value), adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar kegunaan suatu produk/proyek akibat sudah terpenuhi suatu fungsi, yang umumnya dipengaruhi oleh kualitas dan sifat produk/proyek tersebut.

2. nilai kebanggaan/prestise (esteem value), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar kemampuan produk/proyek untuk menimbulkan keinginan konsumen untuk memilikinya, atau dengan kata lain, rasa kebanggaan memiliki tersebut. kemampuan ini ditentukan oleh sifat khusus dari produk seperti daya tarik, keindahan, ataupun gengsi dari produk tersebut.

3. nilai tukar (exchange value), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar keinginan konsumen untuk berkorban atau mengeluarkan biaya menukar dengan sesuatu untuk dapat memiliki produk tersebut.

4. nilai biaya (cost value), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar biaya total yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk dan memenuhi semua fungsi yang diinginkan .

Nilai-nilai diatas sering dalam bentuk abstrak dan sulit dihitung. Nilai-nilai yang kita gunakan untuk menganalisa proyek konstruksi juga diikuti kategori-kategori yang dapat dihitung dan abstrak. Nilai-nilai yang dapat dihitung adalah nilai-nilai yang dapat kita tetapkan dengan harga. Nilai-nilai abstrak yang berhubungan dengan proyek konstruksi akan menjadi nilai-nilai estetika dari bagian yang tidak dapat dirubah secara alamiah akan bertentangan dengan pelaksanaan dimana harus diadakan.

Dalam proses pembangunan tidak hanya menghasilkan produk, tapi prosesnya sendiri memberikan dampak yang positif, maka diharapkan efisiensi dari pembangunan. Agar pembangunan dapat efektif dan efisien, maka baik secara total maupun parsial, hendaknya rasio antara biaya dan harga yang dihasilkan disesuaikan dengan desain. Untuk mendapatkan efisiensi dari suatu pembangunan, perlu rasio antara *worth* dengan *cost*.

$$RATIO = \frac{COST}{WORTH}$$

Cost adalah sejumlah uang, waktu, tenaga, dan lain-lain yang diperlukan untuk memperoleh suatu fasilitas produk berupa barang atau jasa yang diingini, sedangkan *worth* adalah biaya terendah dari yang dibutuhkan untuk membentuk fungsi. Bilamana :

1. Rasio > 1, maka besar rasio tersebut harus dianalisis dahulu, jika rasio antara 1-2 maka kecil kemungkinan terjadi kemungkinan terjadi penghematan bila dilakukan analisa nilai, dan apabila rasio > 2 maka akan ada penghematan jika dilakukan analisa nilai.
2. Rasio = 1, artinya, besar biaya minimum yang telah dikeluarkan sudah memenuhi fungsi yang diingini.
3. Rasio < 1, artinya, besar biaya yang telah dikeluarkan tidak dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan.

Rasio yang dihasilkan oleh metoda ini hanya menunjukkan berapa besar perbandingan antara biaya dan harga yang dikeluarkan untuk memperoleh fasilitas yang diinginkan.

3.2 Waktu Penerapan

Pada umumnya waktu pelaksanaan rekayasa nilai dibagi dalam tiga tahap, yaitu:

1. Tahap konsep pelaksanaan dan biaya

   Rekayasa nilai lebih praktis jika diaplikasikan sejak awal yaitu pada tahap konsep perencanaan dan biaya, karena pada tahap ini fleksibilitas yang maksimal melaksanakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan redesain. Sejalan berkembangnya proses perencanaan biaya sehingga perubahan-perubahan akan bertambah, yang akhirnya akan mencapai sebuah titik keseimbangan dimana penghematan tidak dapat dicapai. Hal ini terlihat pada gambar 3.1, dimana penghematan yang potensial dihabiskan oleh biaya untuk membuat perencanaan baru, pemesanan kembali dan pembuatan jadwal baru. Kajian telah membuktikan bahwa perencanaan mempunyai pengaruh yang besar pada biaya proyek.

2. Tahap desain

   Rekayasa nilai perlu menyertai kemajuan pekerjaan perencanaan dalam tahap desain, yaitu mulai dari konsep, program, skematik, pengembangan hingga desain

akhir. Hal ini guna memberikan pertimbangan dari sisi nilai atau biaya untuk mendapatkan perhatian dalam mengambil keputusan.

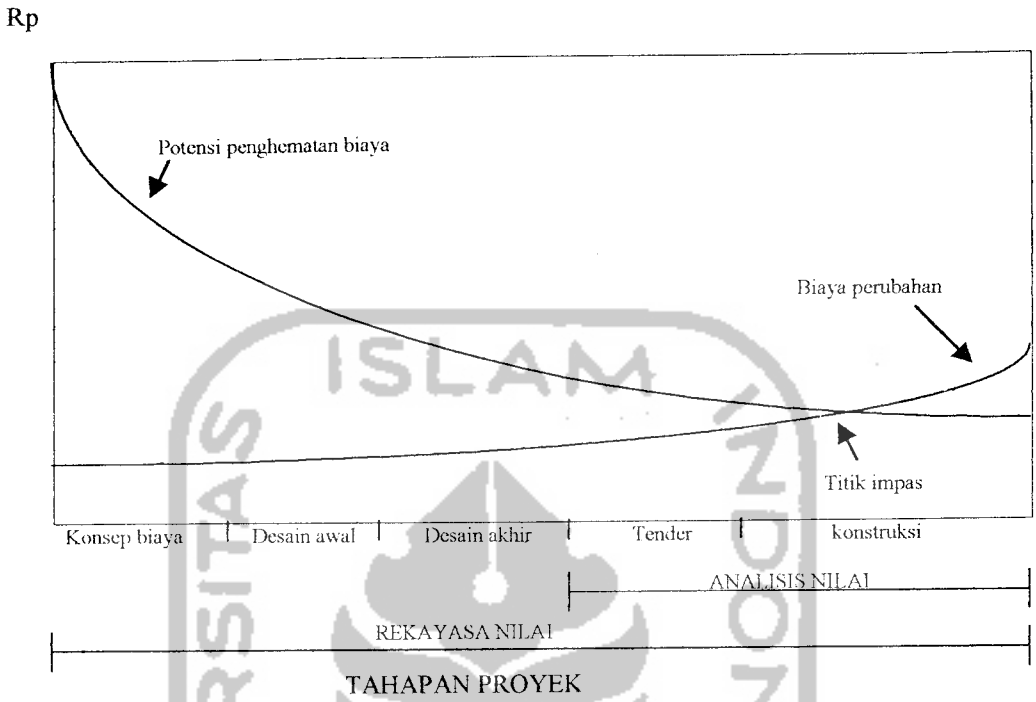
3. Tahap pelelangan dan pelaksanaan

Pada tahapan ini implementasi rekayasa nilai mungkin terjadi bila :

a. satu bagian atau sistem telah diteliti oleh tim rekayasa nilai pada tahap sebelumnya, dan memerlukan penelitian lebih lanjut sebelum diputuskan. Meskipun terjadi keterlambatan akibat penelitian tersebut, mungkin akan menguntungkan untuk diteruskan bila penghematan yang dihasilkan sangat besar

b. pada tahap perencanaan belum pernah diadakan studi rekayasa nilai, maka aplikasi rekayasa nilai pada tahap ini akan memberikan penghematan yang potensial.

c. setelah tahap pelelangan, kontraktor merasa perlu meneliti sesuatu bidang pekerjaan berdasarkan pengalaman, yang mana pekerjaaan tersebut masih bisa menurunkan biaya pelaksanaan tanpa harus mengorbankan kualitasnya.



Gambar 3.1 Waktu penerapan VE

3.3 Job Plan Analisis Nilai

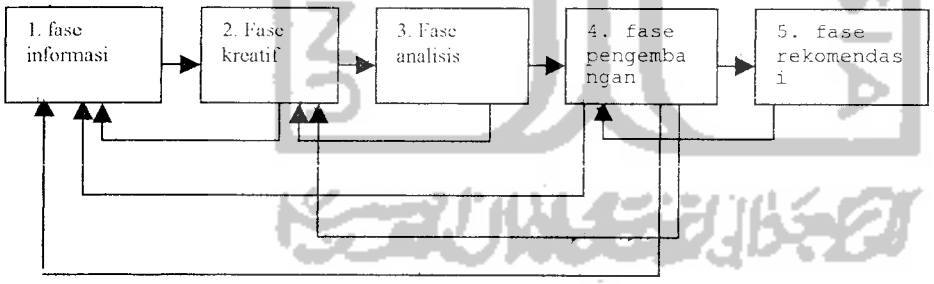
Pendekatan sistematik pada analisis nilai disebut dengan rencana kerja (job plan). Rencana kerja dari analisis nilai merupakan kerangka dimana-teknik-teknik saling terkait satu dengan yang lainnya. Keterkaitan ini dapat dikelompokkan dalam beberapa tahap, dimana masing-masing tahap dapat diterapkan teknik-teknik yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Agar analisis nilai lebih efisien maka suatu tahap dapat diulangi beberapa kali sehingga didapatkan hasil yang diinginkan.

Rencana kerja yang dapat digunakan dalam studi analisa nilai ada banyak ragam antara lain : *Standart- Five Phase Job Plan*, *EPA-Six Phase Job Plan*, dan *GSA-Eight Phase Job Plan*. Rencana kerja yang akan dipakai dalam studi analisa nilai ini adalah *Standart Five Phase Job Plan*, dengan alasan bahwa rencana kerja tersebut cukup sederhana dan dipakai secara luas / baku.

Standart Five Job Plan terdiri dari lima fase, yaitu :

1. fase informasi
2. fase kreatif
3. fase analisa
4. fase pengembangan
5. fase rekomendasi

Pengerjaan studi analisa nilai mengikuti skema sebagai berikut :



Gambar 3.2 Skema Rencana Kerja Analisis Nilai

3.3.1 Fase Informasi

Fase informasi dari rencana kerja analisis nilai meliputi definisi proyek, informasi yang melatarbelakangi desain proyek, batasan-batasan proyek, dan sensitifitas terhadap pelibatan biaya-biaya pada pemilikan (owning) dan pengoperasian fasilitas. Tujuan dari fase informasi ini bagi tim analisa nilai ialah untuk mempeoleh sebanyak mungkin informasi dan pengetahuan (knowledge) pada desain proyek. Ada beberapa hal dari informasi yang dibutuhkan untuk memandu kajian analisisa nilai. Bebeapa hal yang relevan berikut ini adalah :

1. kriteria desain (persyaratan sistem)
2. kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, pengeboran tanah, area sekitar, dan foto udara)
3. persyaratan-persyaratan yang berlaku
4. unsur-unsur desain (proses), komponen konstruksi
5. latar belakan proyek
6. hal-hal yang mengikat pada proyek
7. bentuk utilitas yang tersedia
8. peraturan-peraturan yang menghasilkan partisipasi masyarakat
9. perhitungan desain

3.3.2 Fase Kreatif

Fase kreatif dari rencana kerja dari analisis nilai ialah untuk menekan para partisipan untuk memikirkan lebih mendalam daripada biasanya. Terdapat peluang

untuk tiap individu untuk menyatakan pemikirannya secara lebih terbuka. Hal ini sering tidak terjadi pada tradisi mengenai pembicaraan desain. Sebagaimana ide-ide yang dilontarkan keluar, secepatnya ide-ide tersebut dicatat agar tidak terlupakan. Ide-ide baru mungkin juga ditambahkan selama fase yang lain dari rencana kerja analisis nilai, tim analisis nilai menganalisa dan mensintesa ide-ide tersebut untuk memunculkan keseimbangan yang paling baik antara biaya, kinerja (performance), dan reabilitas dari proyek.

3.3.3 Fase Analisis

Fase analisis dari kajian analisis nilai digunakan untuk menyaring ide-ide yang sudah tercantum pada fase kreatif. Evaluasi dari ide-ide harus seobyektif mungkin. Tim mencari cara-cara untuk menerapkan ide sesuai cara tersebut yang hasilnya dapat diberikan kepada *owner*. Potensi penghematan dari tiap ide seharusnya juga dipelajari. Kasus dengan potensial penghematan biaya besar dan hasil penghemtan biaya pada operasional dan perawatan dari fasilitas-fasilitas harus diberikan prioritas tinggi. Beberapa kriteria yang sering digunakan untuk menyaring ide-ide sebagai berikut :

1. adanya manfaat biaya pada rekomendasi
2. apakah ideyang diajukan sesuai dengan persyaratan fungsional
3. apakah ide baru dapat terealisasi
4. apakah persyaratan desain asli terlalu boros
5. apa dampak pada desain dan jadwal pelaksanaan dari proyek

6. apakah ada redesain lebih diperlukan terhadap implementasi ide
7. apakah ada peningkatan keseluruhan desain asli
8. apakah desain yang diajukan telah digunakan
9. apakah ada catatan terdahulu dari kinerja proposal desain baru
10. apakah ide secara fisik mempengaruhi estetika dari proyek atau bangunan.

Setelah mencatumkan keuntungan dan kerugian dari tiap ide kreatif, ide tersebut ditetapkan atas dasar 1 sampai 10, 10 dijadikan angka yang paling diingini, dan 1 dijadikan angka terendah yang diingini.

3.3.4 Fase Pengembangan

Fase pengemabangan dari kajian analisis nilai mengambil ide-ide yang tertinggal setelah penilaian dan mengembangkan lebih jauh kepada pemecahan yang mudah dikerjakan. Tujuan fase ini adalah untuk mengembangkan kedua alternatif yang dipilih pada fase analisis. Pada fase pengembangan ini alternatif oleh tim analisis nilai akan dikembangkan perhitungan teknis dan biayanya secara lebih teliti.

Detail-detail usulan apa yang akan diberikan seperti bentuk struktur, material, keuntungan-kerugian, desain usulan dibandingkan dengan desain awal. Perhitungan keuntungan dari segi biaya atau penghematan selama umur rencana (*life cycle*) dihitung berdasarkan nilai sekarang maupun secara tahunan. Dalam perhitungan siklus hidup ini dimasukkan pengaruh faktor inflasi dan suku bunga yang diperkirakan. Kemudian implikasi dan kebutuhan-kebutuhan baru dari adanya usulan-

usulan juga diberikan pada *owner*. Fase pengembangan harus mencakup langkah-langkah sebagai berikut :

1. membuat perbandingan desain
2. sketsa desain asli dan yang diajukan
3. menguraikan rekomendasi dan faktor-faktor yang berpengaruh
4. membandingkan analisis biaya siklus hidup
5. pembahasan keuntungan dan kerugian akibat masing-masing rekomendasi
6. pembahasan secara singkat implikasi peraturan untuk penerapan rekomendasi.

3.3.5 Fase Rekomendasi

Fase rekomendasi merupakan hal yang penting sebagaimana sebuah proses yang mengemas ide-ide analisis nilai menjadi terlaksana. Pada fase ini usulan yang telah dibuat pada fase pengembangan seharusnya dipresentasikan kepada pihak-pihak yang berkepentingan, seperti *owner*, konsultan, dan kontraktor.

Dalam studi ini hanya dituliskan apa saja yang dilakukan dalam presentasi lisan secara garis besarnya saja. Adapun karena titik berat pada tugas sarjana maka presentasi ini dilakukan pada sidang tugas akhir dihadapan para dosen pembimbing dan dosen penguji berupa satu studi secara keseluruhan lengkap dengan dasar teorinya. Ada beberapa hal yang akan membantu pada proses presentasi. pertama, informasi harus dirangkum secara jelas, secara ringkas, dan tiap-tiap ide harus didokumentasikan sebagaimana pembahasan terdahulu pada fase pengembangan.

Kedua, peraturan-peraturan yang berguna yang menyentuh dasar rancangan perancang desain sebagaimana kemajuan-kemajuan mengenai kajian nilai.

3.4 Rencana Kerja Analisis Nilai

Rencana kerja ialah suatu rencana yang pasti dari langkah-langkah untuk penyelesaian studi nilai termasuk implementasi dari rekomendasinya. Zimmerman dan Hart (1982) mengartikan sebagai bentuk yang sudah terbukti untuk mengurangi biaya dalam proyek dan membantu memaksimalkan keefektifan dari kajian analisa nilai. Rencana kerja yang dapat digunakan dalam studi nilai ini adalah Standart Five Job Plan, yaitu sebagai berikut :

3.4.1 Fase Informasi

Pada fase ini akan dikumpulkan data-data yang diperlukan untuk studi nilai, yaitu :

a. latar belakang proyek/deskripsi masalah
b. orang-orang yang dapat dihubungi berkaitan dengan informasi (catatan konsultasi)
c. buku–buku atau referensi-referensi yang digunakan sebagai informasi (catatan dokumen)
d. desain yang ada (gambar dan perhitungannya)
e. biaya rancangan semula
f. rencana kerja dan syarat-syarat
g. fungsi-fungsi fondasi yang dibutuhkan

h. Kriteria-kriteria yang digunakan dalam menghitung performansi

Ada beberapa teknik yang dapat dipergunakan dalam tahap informasi ini, yaitu :

a. Kuesioner

b. Rumahan

c. Arsip

d. Wawancara

e. Metode Delphi

f. Riset pasar

g. FAST (*Functional Analysis System Technique*)

Teknik-teknik yang dipilih harus dapat memenuhi kriteria antara lain : sederhana, waktu pelaksanaan yang singkat, waktu pembelajaran yang singkat, dan informasi banyak dan luas. Karena waktu yang terbatas didalam mengerjakan penelitian ini maka diterapkan kriteria waktu pelaksanaan dan waktu pembelajaran yang singkat. Teknik yang dipilih hendaknya juga dapat mengumpulkan informasi sebanyak dan seluas mungkin.

Berdasarkan kriteria-kriteria diatas maka dipilih teknik wawancara, arsip, dan metode FAST. Teknik wawancara ini dipilih karena cukup sederhana dan mudah dilakukan, serta tidak perlu dipelajari secara khusus. Selain itu cakupan informasi yang dikumpulkan cukup banyak dan luas. Wawancara ini dapat dilakukan terhadap owner, konsultan perencana, serta ahli-ahli struktur beton dan fondasi.

Penggunaan arsip dipilih dengan alasan cukup sederhana, informasi banyak dan luas. Selain itu teknik ini harus digunakan sebab banyak data yang tersedia dalam

bentuk arsip seperti desain (gambar dan perhitungan), RKS, RAB, dan peraturan-peraturan. Kedua teknik diatas dapat digunakan sekaligus karana saling melengkapi dan tidak bertentangan.

Selain dari kedua teknik tersebut, juga digunakan metoda FAST. Metoda ini mutlak diperlukan dalam merumuskan diagram fungsi pada studi analisa nilai, karena tidak ada teknik lain untuk menggambarkan diagram fungsi. Metoda FAST digunakan untuk memudahkan komunikasi antar anggota tim studi. Hal-hal yang dikomunikasikan disini antara lain menyangkut batasan-batasan studi. Fungsi-fungsi diluar garis cakupan tidak boleh dijadikan bahan studi.

Pada fase informasi ini, juga dilakukan identifikasi fungsi dan analisis fungsi. Dalam identifikasi tersebut, fungsi-fungsi yang ada dipelajari fungsi apa saja yang harus dilakukan, adakah fungsi yang dapat dihilangkan, adakah komponen yang dapat dihilangkan atau dapat digantikan dengan komponen dengan fungsi yang sama dan lain sebagainya.

Dalam analisis fungsi setiap komponen dalam item fondasi, masing-masing ditentukan fungsi, biaya, dan harganya. Fungsi tersebut dinyatakan dalam dua kata (kata kerja dan kata benda) lalu disebutkan jenisnya apakah termasuk fungsi primer/dasar atau sekunder/pendukung. Jumlah biaya dibagi dengan jumlah harga secara keseluruhan dihitung. Seumpama angka tersebut lebih besar dari satu, maka studi analisis nilai akan dilanjutkan. Sebaliknya jika angka tersebut sama dengan satu, maka studi analisis nilai tidak diterapkan pada desain fondasi tersebut.

3.4.2 Fase Kreatif

Tujuan fase kreatif adalah membangkitkan alternatif-alternatif ide ataupun desain sebanyak mungkin. Teknik-teknik yang bisa digunakan dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Analitik dan mekanistik
   - analisa morfologi
   - check list
   - matrix input-output
   - dan lain sebagainya
2. Psiko sosial
   - brainstorming
   - gordon
   - dan lain sebagainya

3.4.3 Fase analisis

Alternatif yang dihasilkan dari fase kreatif dianalisis kelebihan dan kekurangannya. Kemudian jika belum memuaskan dapat kembali ke fase kreatif. Pada fase kreatif tersebut dilihat adakah ide yang dapat digabungkan supaya kekurangannya tertutupi atau kelebihannya bertambah. Hal lain ialah mencari ide-ide lainnya yang dapat digunakan untuk pemecahan masalah.

Selanjutnya dipilih dua alternatif yang paling potensial peningkatan nilainya guna dikembangkan pada fase selanjutnya. Alternatif ide dapat diseleksi beberapa tahap tergantung kebutuhan dan banyaknya yang ada. Pada studi ini dilakukan dua

kali seleksi. Seleksi tahap awal guna menentukan kemungkinan alternatif terbesar yang merupakan alternatif yang paling optimal. Dari semua alternatif akan diseleksi tiga alternatif.

Seleksi tahap akhir ialah menentukan dua alternatif terbaik dari tiga alternatif hasil seleksi pertama beserta urutannya. Teknik yang dapat dipakai dalam fase ini, yaitu :

a. matrik evaluasi

b. matrik *Zero One*

Kriteria yang ditetapkan untuk memilih teknik yang sesuai adalah sederhana dan mudah dimengerti. Berdasarkan kriteria tersebut dipilih teknik matrik evaluasi, karena semua kriteria penilaian alternatif dimasukkan pada matrik dan dinilai terhadap masing-masing alternatif, sehingga perhitungannya sangat sederhana. Perhitungan pada matrik evaluasi ini ialah perhitungan matrik sederhana, sehingga mudah dimengerti dan dipresentasikan.

Pada seleksi tahap awal digunakan matrik kelayakan, yaitu matrik evaluasi tanpa pembobotan. Pada seleksi ini alternatif-alternatif dipilih menurut kriteria yang biasa digunakan dalam studi kelayakan , seperti kemungkinan implementasi, waktu implementasi dan lain-lain. Sedangkan seleksi kedua menggunakan matrik evaluasi dengan pembobotan kriteria. Metoda *Zero-One* dipilih untuk membantu dalam pembobotan kriteria matrik evaluasi, yaitu untuk menghasilkan urutan kriteria-kriteria

dari paling penting sampai yang tidak penting kemudian diberi bobot sesuai urutan tersebut.

3.4.4 Fase pengembangan

Tujuan fase ini adalah mengembangkan kedua alternatif yang dipilih pada fase analisis. Pada fase pengembangan ini alternatif yang dipilih oleh tim analisis nilai akan dikembangkan perhitungan teknis dan biayanya secara lebih teliti. Detail-detail usulan akan diberikan dalam bentuk struktur, material, keuntungan-kerugian, desain usulan dibandingkan dengan desain semula. Perhitungan keuntungan dari segi biaya atau penghematan selama umur rencana (*life cycle*) dihitung berdasarkan waktu sekarang maupun tahunan. Dalam perhitungan biaya siklus hidup ini dimasukksan faktor inflasi dan suku bunga yang diperkirakan.

3.4.5 Fase rekomendasi

Dalam studi ini, hanya dituliskan dalam presentasi secara garis besarnya saja. Adapun karena titik berat pada tugas sarjana, maka presentasi ini dilakukan pada sidang tugas akhir dihadapan dosen pembimbing dan penguji secara lengkap dengan dasar teorinya.

3.5 Fondasi

Fondasi adalah struktur yang dibangun untuk meneruskan berat bangunan ke material di bawahnya (Brown, 1995). Fondasi umumnya diklasifikasikan sebagai fondasi dalam dan fondasi dangkal. Kedalaman luasan dukungan dari fondasi dangkal

umumnya tidak lebih dalam dari lebar permukaan dukungan. Untuk menghasilkan kenyamanan, fondasi dangkal harus mempunyai dua sifat (Das, 1990) sebagai berikut:

1. fondasi harus aman terhadap kegagalan geser secara keseluruhan pada tanah yang mendukungnya,
2. fondasi seharusnya tidak mengalami perpindahan yang berlebihan yaitu penurunan.

Fondasi dangkal dapat sebagai telapak atau rakit (mat) yang terdiri dari slab-slab beton yang searah dengan dasar tanah yang disiapkan. Fondasi telapak dapat sebagai *spread*, kombinasi, atau menerus. Untuk fondasi *mat*, yang kadang-kadang mengacu pada fondasi rakit (raft), adalah kombinasi telapak yang mencakup keseluruhan luasan dibawah struktur yang mendukung beberapa kolom dan dinding-dinding (idem, 1990). Fondasi mat kadang-kadang lebih disukai untuk tanah yang mempunyai kapasitas daya dukung rendah tetapi untuk mendukung kolom tinggi dan/atau beban-beban dinding.

Parameter desain dari fondasi dangkal terdiri dari dua kategori (Brown, 1995) yaitu : parameter desain secara geoteknik dan parameter desain secara struktur.

3.6 Parameter Desain Geoteknik

Terzaghi (1943) adalah orang yang pertama kali mengungkapkan teori secara lengkap untuk mengevaluasi kapasitas dukung ultimit dari fondasi dangkal secara kasar. Mengacu pada teori ini, fondasi dangkal bila kedalaman, Df, dari fondasi lebih

kecil atau sama dengan lebar dari fondasi. Peneliti-peniliti selanjutnya, bagaimanapun juga, menganjurkan bahwa fondasi dengan Df sama dengan 3-4 kali lebar fondasi kemungkinan diartikan sebagai fondasi dangkal. Untuk fondasi garis, persegi, dan lingkaran maka formula daya dukung ultimit dari Terzaghi, adalah sebagai berikut :

$$q_u = c\,Nc + q\,Nq + 0.5\,\gamma\,B\,N\gamma \quad (1)$$

$$q_u = 1.3\,c\,Nc + q\,Nq + 0.4\,\gamma\,B\,N\gamma \quad (2)$$

$$q_u = 1.3\,c\,Nc + q\,Nq + 0.3\,\gamma\,B\,N\gamma \quad (3)$$

Dimana : c = kohesi tanah

γ = berat jenis tanah

$q = \gamma\,Df$

Nc, Nq, $N\gamma$ = faktor kapasitas dukung yang berhubungan dengan sudut gesek tanah (ϕ)

3.7 Parameter Desain Secara Struktural

Beton merupakan salah saru material dasar konstruksi, yang dapat dijumpai pada semua struktur. Beton diperoleh dengan mencampur semen, air, agregat halus, agregat kasar, dan zat tambahan dengan perbandingan tertentu. Beton yang telah mengeras kuat terhadap tekan tetapi lemah terhadap tarik, membuat beton mudah retak. Juga, beton adalah getas dan runtuh tanpa peringatan. Dalam menanggulangi dampak negatif dari dua kelemahan ini, batangan baja ditambahkan untuk memperkuat beton. Beton lebih disukai dan bahan yang paling luas penggunaannya

untuk struktur fondasi. Pada saat ini desain-desain beton bertulang di Indonesia didasarkan pada anjuran dari peraturan bangunan yang disusun oleh SK SNI T-15-1991-03 Depatemen Pekerjaan Umum RI antara lain yaitu :

A. Faktor beban

Mengacu pada aturan SK SNI, kapasitas daya dukung ultimit dari struktur sebagai berikut :

$$U = 1.2\,D + 1.6\,L \qquad (1)$$

Dimana : U = kapasitas daya dukung ultimit

D = beban mati

L = beban hidup

B. Faktor pengurangan kekuatan

Desain kekuatan struktur adalah sama dengan kekuatan secara teori dikalikan faktor pengurangan kekuatan (ϕ) yang diambil pada ketidak akuratan hitungan pada anggapan desain, sifat kekuatan dari bahan konstruksi, dan sebagainya. Nilai (ϕ) dapat dilihat pada SK SNI hal 15.

C. Konsep desain untuk penampang persegi

Penampang beton yang mempunyai lebar b dan tinggi h dengan menggunakan prinsip statis maka :

Σ gaya tekan , C = Σ GAYA tarik, T

maka $0.85\, f'_c\, a\, b = As\, fy$ (1)

0.85 diambil untuk $f'_c \leq 30$ Mpa

untuk kuat momen ideal maka :

$Mn = As\, fy\, (d - 0.5\, a)$ (2)

Untuk kapasitas momen yaitu :

$M_R = \phi\, As\, fy\, (d - 0.5\, a)$ (3)

Kombinasi antara (2) dan (3)

$M_R = \phi\, As\, fy\, (d - 0.59\, As\, fy / f'c\, b)$ (4)

Dimana : $f'c$ = kuat tekan beton

As = luas tulangan baja

fy = tegangan leleh baja

$a = \beta\, l$

Pada balok simetris, kegagalan akan terjadi secara tiba-tiba dengan keluluhan baja tarik dan merusak beton. Keseimbangan prosentase dari baja dapat diberikan sebagai berikut ;

$\rho_b = 0.85\, f'c / fy\, (\beta)\, (600/ 600 + fy)$ (5)

Dimana digunakan E_S = 200.000 Mpa.

Untuk mencegah keruntuhan tanpa peringatan, SK SNI T 15-1991-03 mensyaratkan sebagai berikut :

$\rho_{mak} = 0.75\, \rho_b$

Kekuatan geser secara teoritis dapat diberikan sebagai berikut :

$V_n = V_c + V_s$ (6)

V_c = kuat geser nominal dari beton

V_s = kuat geser nominal dari baja

Gaya geser terfaktor yaitu ;

$V_u = \phi (V_c + V_s)$ (7)

Dan nilai V_c disajikan dalam persamaan dibawah ini yaitu :

$V_c = 0.17 \sqrt{f'c}\ b\ d$ (geser dan tekuk) (8)

$V_c = 0.3 \sqrt{f'c}\ b\ d$ (regangan diagonal) (9)

D. Panjang penyaluran

Panjang penyaluran, Ld adalah panjang dari keliling yang disyaratkan untuk penambahan panjang baja leleh dalam perkuatan regangan untuk bagian tekuk. SK SNI T-15-1991-03 mensyaratkan dasar panjang penyaluran untuk perkuatan regangan sebagai berikut :

a. $Ø \leq 36$ mm maka $Ld = 0.02\ Ab\ fy/\sqrt{f'c} > 0.06\ d_b\ fy$

b. Ø 45 mm maka $Ld = 25\ fy/\sqrt{f'c}$

c. Ø 55 mm maka $Ld = 40\ fy/\sqrt{f'c}$

d. Batang deform maka $Ld = 3/8\ d_b\ fy\ \sqrt{f'c}$

Dimana A_b = luas batang (mm^2)

d_b = diameter batang (mm).