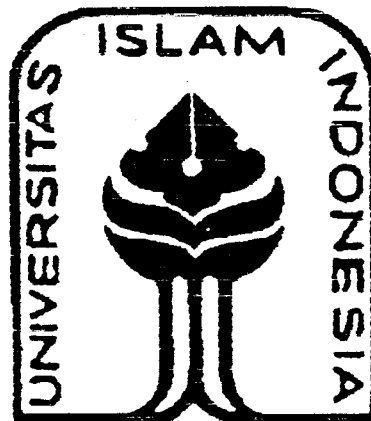


PERPUSTAKAAN FTSP UH
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 02 10 2003
NO. JUDUL : 000 634
NO. INV. :
NO. INDLK : 6120000634001

**PENERAPAN METODE ANALISIS NILAI
PADA PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH
PERUMAHAN "TAMAN SISWA INDAH"
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UH YOGYAKARTA
Disusun Oleh:

NAMA : TARSO
NO MHS : 96 310 113
NIRM : 960051013114120097
NAMA : SUYANTO
NO MHS : 96 310 159
NIRM : 960051013114120136

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2003**



TUGAS AKHIR
PENERAPAN METODE ANALISIS NILAI
PADA PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH
PERUMAHAN TAMAN SISWA INDAH YOGYAKARTA

TARSO

No. Mhs. 96310113
Nirm. 960051013114120097

SUYANTO

No. Mhs. 96310159
Nirm. 960051013114120136

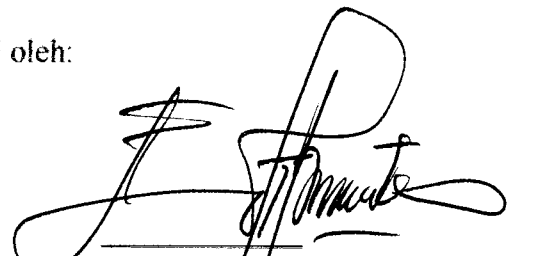
Telah diperiksa dan disetujui oleh:


Dr. Ir. EDY PURWANTO, Ces, DEA

Dosen Pembimbing I

FITRI NUGRAHENI, ST, MT

Dosen Pembimbing II


Tanggal: 17-07-2003


Tanggal: 4/7 '03

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmaanirrohiim

Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh untuk menyelesaikan studi jenjang program Strata Satu (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama penyelesaian Tugas Akhir yang berjudul “Penerapan Metode Analisis Nilai Pada Dinding Penahan Tanah Perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta “, penyusun telah banyak mendapatkan bantuan bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karenanya, pada kesempatan ini perkenankanah penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Munadhir, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak DR.Ir. Edy Purwanto, Ces,DEA selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, MT selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Zaenal Arifin, ST, MT selaku dosen penguji

6. Teman-teman yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhirnya besar harapan penyusun semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penyusun, dan umumnya bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 2003

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pokok masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
BAB III LANDASAN TEORI	7
3.1.Rekayasa Nilai.....	7

3.1.1 Sejarah Rekayasa Nilai	7
3.1.2 Pengertian Rekayasa Nilai	9
3.1.3 Waktu penerapan Rekayasa Nilai	12
3.1.4 Tujuan Rekayasa Nilai	14
3.1.5 “ <i>Job Plan</i> ” Dalam Rekayasa Nilai	14
3.1.5.1 Tahap Informasi (<i>Information Phase</i>)	15
3.1.5.1 Tahap Analisis Fungsi (<i>Function Analysis Phase</i>)	16
3.1.5.2 Tahap Kreatif (<i>Creative Phase</i>)	20
3.1.5.3 Tahap Penilaian (<i>Judgement Phase</i>)	20
3.1.5.4 Tahap Pengembangan (<i>Development Phase</i>)	24
3.1.5.5 Tahap Presentasi	26
3.2 Dinding Penahan Tanah	27
3.2.1 Dimensi Dinding Penahan Tanah Dalam Perencanaan	28
3.2.2 Penentuan tekanan yang Bekerja Pada Dinding Penahan Tanah Cara Analitis	31
3.2.3 Cek Stabilitas Geser, Guling Dan Kekuatan Dinding	33
3.2.2 Jenis-Jenis Dinding Penahan Tanah	41
3.2.3 Prosentase Biaya Dinding Penahan Tanah	42
BAB IV METODE PENELITIAN	43
4.1 Tahap Informasi	46
4.2 Tahap Analisis Fungsi	46
4.5 Tahap Kreatif (<i>Creative Phase</i>)	47

4.6 Tahap Penilaian Dan Analisis (<i>Judgement and Analysis Phase</i>)	47
4.7 Tahap Pengembangan	48
4.8 Tahap Presentasi	48
BAB V PENERAPAN METODE REKAYASA NILAI	49
5.1 Tahap Informasi	50
5.2 Tahap Analisis Fungsi	50
5.3 Tahap Kreatif (<i>Creative Phase</i>)	52
5.4 Tahap Penilaian	52
5.4.1 Analisis Untung Rugi	52
5.4.1 Analisis Tingkat Kelayakan	57
5.5 Tahap Pengembangan	58
5.5.1 Analisis Teknis	58
5.5.2 Perhitungan Biaya Siklus Hidup	82
5.5.3 Perhitungan Penghematan dan <i>Life Cycle Cost</i>	85
5.8 Tahap Presentasi	86
BAB VI PEMBAHASAN	88
6.1 Analisis Keuntungan dan Kerugian	88
6.2 Analisis Kelayakan	89
6.3 Analisis Biaya Siklus Hidup	89
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	84
7.1 Kesimpulan	90
7.2 Saran	91

DAFTAR PUSTAKA	92
----------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Hasil penelitian American Ordnance Association,1967.....	8
Tabel 4.1	Data Proyek yang ada	46
Tabel 5.1	Nara sumber Kuisisioner.....	50
Tabel 5.2	Analisis fungsi Dinding Penahan Tanah	51
Tabel 5.3	Ide Alternatif Dinding Penahan Tanah.....	52
Tabel 5.4	Analisis Untung Rugi Alternatif Dinding Penahan Tanah.....	55
Tabel 5.5	Analisis Tingkat Kelayakan Dinding Penahan Tanah.....	58
Tabel 5.6	Biaya Pembangunan Dinding Penahan Tanah	82
Tabel 5.7	Biaya Siklus hidup	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Waktu penerapan studi rekayasa nilai	14
Gambar 3.2	Diagram FAST	18
Gambar 3.3	<i>Gravity Wall</i>	29
Gambar 3.4	<i>Cantilever Wall</i>	30
Gambar 3.5	<i>Counterfort Wall</i>	30
Gambar 3.6a	Diagram tegangan untuk mencari tekanan aktif.....	32
Gambar 3.6b	Diagram tegangan untuk mencari tekanan pasif	32
Gambar 3.7	Gaya yang bekerja pada Dinding Gravitasi.....	33
Gambar 3.8	Bentuk diagram tegangan kontak pada dasar dinding penahan tanah...	35
Gambar 3.9	Chek kekuatan struktur pada potongan a-a	38
Gambar 3.10	Cara memperbesar stabilitas geser	40
Gambar 3.11	Gaya yang bekerja pada dinding kantilever	40
Gambar 3.12	Kurva distribusi hukum Pareto.....	42
Gambar 4.1	Diagram alir konsep penerapan metode rekayasa nilai.....	45
Gambar 5.1	Diagram FAST untuk dinding penahan tanah.....	51
Gambar 5.2	Dinding penahan tanah pasangan batu kali	59
Gambar 5.3	Diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah	60
Gambar 5.4	Dinding penahan tanah pasangan batako	64
Gambar 5.5	Diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah	65

Gambar 5.6	Dinding penahan tanah pasangan batu bata	70
Gambar 5.7	Diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah.....	71

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rangkuman Hasil Uji Laboratorium
- Lampiran 2 Hasil Pemboran
- Lampiran 3 *SITE PLAN*
- Lampiran 4 Hasil Kuisisioner

INTISARI

Pada pembangunan perumahan Taman Siswa Indah ada sebagian lokasi yang mempunyai perbedaan elevasi tanah sebesar 90⁰, sehingga diperlukan dinding penahan tanah. Harga rumah yang semakin mahal, yang menjadi penyebab semakin membungahnya harga perumahan. Salah satunya adalah pemborosan pada biaya komponen perumahan, diantaranya adalah penggunaan material yang kurang tepat pada dinding penahan tanah. Melihat kenyataan ini perlu diberi jalan keluarnya, yang diharapkan dapat memberi penghematan. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan rekayasa nilai pada pembangunan perumahan dalam Tugas Akhir ini adalah penerapan Rekayasa Nilai pada perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta. Material dinding penahan tanah yang digunakan (desai asli) adalah pasangan batu kali, dengan panjang dinding penahan tanah 350 m.

Analisis dilakukan dengan cara pengumpulan data proyek dengan wawancara dan kuisisioner, pemilihan faktor-faktor yang maksimal bagi penghematan dan pengajuan ide-ide alternatif bahan yaitu dengan pengajuan enam alternatif bahan. Analisis alternatif-alternatif tersebut dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pertama dilakukan dengan analisis untung rugi dan tahap kedua dilakukan dengan analisis kelayakan. Dari hasil analisis didapatkan dinding penahan tanah pasangan batu kali sebagai alternatif pertama, dinding penahan tanah pasangan batako sebagai alternatif kedua dan dinding penahan tanah pasangan batu bata sebagai alternatif ketiga.

Pada dinding penahan tanah pasangan batako terjadi pembengkakan biaya sebesar Rp 120.442.826,7 sedangkan untuk dinding penahan tanah pasangan batu bata terjadi pembengkakan biaya sebesar Rp170.026.639,8. Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya menunjukan bahwa alternatif bahan dinding penahan tanah pasangan batako dan dinding penahan tanah pasangan batu bata tidak bisa diterapkan sebagai alternatif bahan pengganti dari desain aslinya. Hal tersebut dikarenakan kedua alternatif bahan tersebut mengalami pembengkakan. Selain itu dapat pula disimpulkan bahwa penerapan rekayasa nilai paling tepat diterapkan pada tahap desain.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah atau tempat tinggal merupakan salah satu kebutuhan primer dari masyarakat. Untuk mengantisipasi kebutuhan tersebut, dibangun perumahan atau *real estate*.

Selain terbatasnya lahan, yang menjadi penyebab semakin membungunya harga atau biaya perumahan adalah pemborosan pada biaya komponen perumahan. Salah satu diantaranya adalah komponen penyediaan prasarana dan sarana umum, misalnya prasarana jalan, saluran air, dan sebagainya. Sementara itu dilain pihak diperlukan penghematan sumber daya alam dan manusia.

Melihat kenyataan ini perlu dicari jalan keluarnya, yang diharapkan dapat memberikan penghematan. Salah satu metode/cara yang dapat dilakukan adalah dengan menerapkan metode rekayasa nilai pada pembangunan di bidang perumahan tersebut.

Seperti diketahui, bahwa rekayasa nilai adalah suatu teknik manajemen yang sudah teruji. Jadi rekayasa nilai adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan sistem, mempunyai pemanfaatan fungsi sebagai tujuan atau nilai utama dengan tetap memperhatikan tujuan/nilai yang lain. Sedangkan

permasalahan yang timbul saat pelaksanaan pembangunan perumahan Taman Siswa Indah adalah adanya sebagian lokasi yang mempunyai perbedaan elevasi tanah sebesar 90° , sehingga diperlukan dinding penahan tanah.

Pada perumahan Taman Siswa Indah sebagian lokasi yang mempunyai perbedaan elevasi tanah sebesar 90° terletak dibantaran sungai code. Oleh sebab itu untuk menjaga kestabilan tanah dari longsor/erosi diperlukan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah ini juga dibedakan berdasarkan jenis bahan dan bentuknya, sehingga dapat dipilih jenis dinding penahan tanah yang sesuai dengan keadaan. Material yang bisa digunakan dalam pembuatan dinding penahan tanah antara lain : batu kali, geotekstil, beton, turap baja, batako, batu bata.

1.2 Pokok Masalah

Bagaimana menemukan alternatif yang terbaik pada bahan dinding penahan tanah dengan metode rekayasa nilai.

1.3 Tujuan Penelitian

Penerapan metode rekayasa nilai pada dinding penahan tanah pada pembangunan perumahan yang terletak dibantaran sungai code.

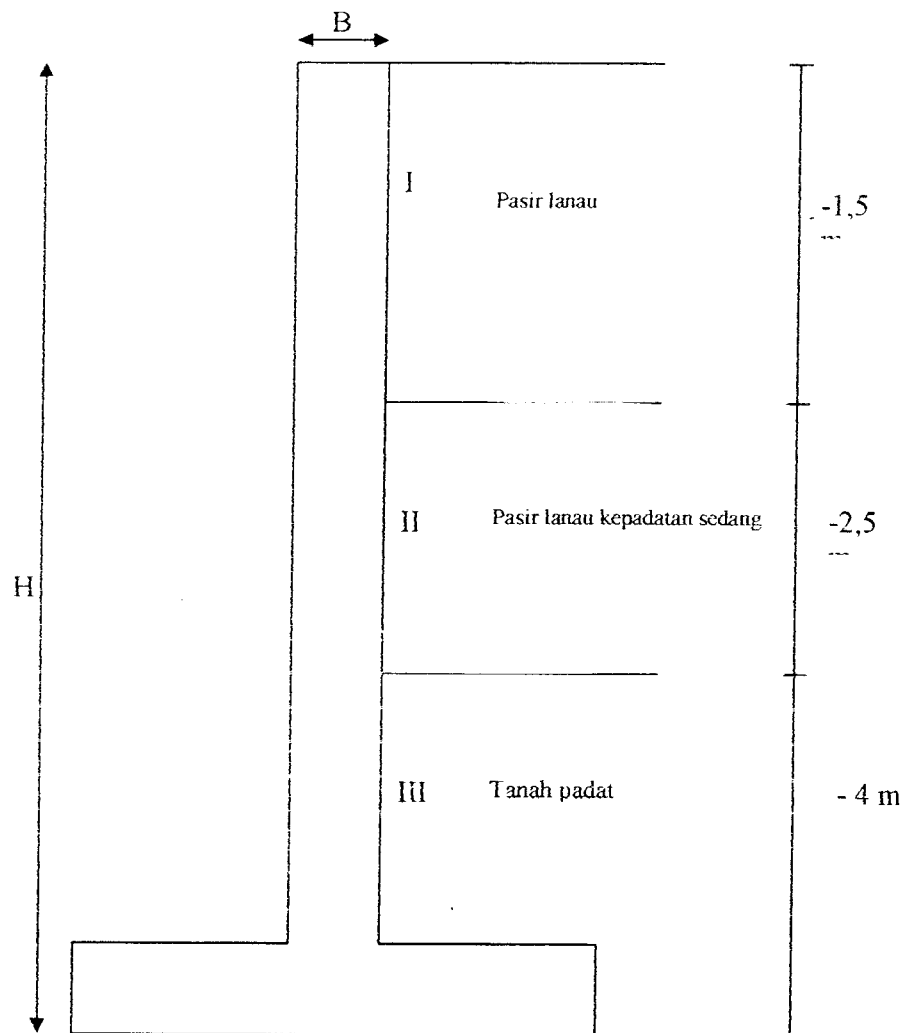
1.4 Manfaat Penelitian

Untuk mendapatkan alternatif bahan dinding penahan tanah yang terbaik dari segi biaya, fungsi, dan desain-desain parameter lainnya serta mengoptimalkan biaya.

1.5 Batasan Masalah

Studi rekayasa nilai sangat luas dan kompleks yang membutuhkan banyak informasi serta melibatkan suatu tim ahli dari berbagai disiplin ilmu yang terkait. Sehubungan dengan itu, maka ruang lingkup bahasan dari penelitian ini dibatasi pada dinding penahan tanah perumahan di Yogyakarta, dengan studi kasus proyek perumahan Taman Siswa Indah, yang desain aslinya adalah dinding penahan tanah pasangan batu kali, dengan data tanah dan dimensi sebagai berikut:

1. Dinding penahan tanah jenis *gravity wall*.
2. Tinggi 4 meter dari dasar pondasi.
3. Tanah terdiri dari 3 lapisan tanah, yaitu pasir lanau, pasir lanau kepadatan sedang, tanah padat.



Keterangan :

- Tinggi (H) = 4 m

- B = 0,30 m

- Kemiringan tanah = 90°

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Penelitian Siti Julaechah (1997)

“Penerapan Analisa Nilai Pada Proyek Pembangunan Gedung Rektoriat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”, dengan metode rekayasa nilai dapat menghemat biaya Rp.142.037.665,00 (pondasi tiang *hume*) dan Rp.80.764.475,00 (kombinasi tiang *franki*).

2. Majalah Konstruksi (No. 212, Oktober 1995)

“Penerapan Rekayasa Nilai pada Menara BRI III / GKBI” dengan menggunakan Metode *Soil Nailing* dibandingkan dengan Metode *Sheet Pile* atau Sistem *Soldier Pil*, pada pekerjaan perkuatan tanah dapat menghemat biaya sebesar 40 % dan waktu sebesar 30 %.

3. Majalah Konstruksi (No. 228, Juni 1985)

“Penghematan Biaya Pada Proyek Lock Navigasi Virginia Barat” dengan metode rekayasa nilai sebesar US \$50 juta, dari proyek sebesar US \$ 243 juta.

4. Penelitian Sudinarto (1987)
“Menejemen Konstruksi Profesional“. Edisi ke-2. Dengan metode rekayasa nilai terjadi penghematan biaya pada pabrik pengolahan daging sebesar US \$ 125.419 (4,2 %) dari biaya proyek sebesar US \$ 3.040.000.
5. Penelitian Sudinarto (1987)
“Menejemen Konstruksi Profesional“. Edisi ke-2. Dengan metode rekayasa nilai terjadi penghematan biaya pada pabrik roti dan kue sebesar US \$ 63.240 (1,6 %) dari proyek sebesar US \$ 4.020.000.
6. Penelitian Sudinarto (1987)
“Menejemen Konstruksi Profesional“. Edisi ke-2. Dengan metode rekayasa nilai terjadi penghematan biaya pada pembuatan pelat dan fasilitas daur ulang sebesar US \$ 8.315 (0,8 %) dari biaya sebesar US \$ 1.100.
7. Penelitian Sudinarto (1987)
“Menejemen Konstruksi Profesional“. Edisi ke-2. Dengan metode rekayasa nilai terjadi penghematan biaya pada pusat pengolahan air sebesar US \$ 56.047 (1,3 %) dari biaya sebesar US \$ 4.400.000.
8. Penelitian Sudinarto (1987)
“Menejemen Konstruksi Profesional“. Edisi ke-2. Dengan metode rekayasa nilai terjadi penghematan biaya pada pabrik pemrosesan daging sebesar US \$ 164.219 (1,3 %) dari biaya sebesar US \$ 8.000.000.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 REKAYASA NILAI

3.1.1 Sejarah Rekayasa Nilai

Rekayasa nilai diperkenalkan setelah Perang Dunia II. Selama masa perang, industri Amerika Serikat mengalami kekurangan bahan baku untuk proses produksinya. Salah satu diantara perusahaan yang mengalami akibat kekurangan bahan baku tersebut adalah *General Electric Company*. Salah seorang staf tekniknya bernama Lawrence D. Miles mendapat tugas untuk mengatasi hal tersebut. Tugasnya adalah untuk mencari bahan pengganti serta mengembangkan metode pengganti fungsi dari komponen yang terlalu mahal. Metode yang dikembangkan adalah teknik Analisis Nilai (*Value Analysis Technique*) yang kemudian menjadi standar di perusahaannya. Sejak Miles berhasil menerapkan teknik Analisis Nilai tersebut, pada tahun 1954, Departemen Pertahanan Amerika Serikat mengembangkan program ini yang kemudian menjadi metode Rekayasa Nilai.

Pada tahun 1965 Biro Reklamasi Amerika Serikat mulai mempergunakan Rekayasa Nilai pada tahap konstruksi dari proses perencanaannya. Ini merupakan saat awal dari penerapan Rekayasa Nilai pada bidang konstruksi.

Setelah rekayasa nilai dikenal manfaatnya, maka mulai dipergunakan pula di bidang proses produksi. Berdasarkan penelitian oleh *Ordinance Association* pada tahun 1967 di Washington DC, yang diambil dari 193 sampel pelaksana kontraktor *Value Engineering*, dari 267 perubahan gambar didapat prosentase keuntungan yang cukup besar akibat dari penerapan Rekayasa Nilai pada beberapa permasalahan produksi. Hasil penelitian menggambarkan bahwa keuntungan dengan penerapan Rekayasa Nilai mencapai 24 % sampai 82 % sedangkan kerugiannya 1 % - 5 %. Kerugian ini akibat dari perubahan bentuk komponen, pola kerja, pengadaan komponen baru, waktu produksi, dan berat dari produksi tersebut.

Tabel 3. 1 Hasil Penelitian American Ordnance Association, 1967

Permasalahan produksi	Keuntungan	Tidak berpengaruh	Kerugian
Reliabilitas	63 %	37 %	-
Pemeliharaan	64 %	36 %	-
Produktivitas	82 %	16 %	2 %
Manusia	58 %	41 %	1 %
Pengadaan komponen	58 %	41 %	1 %
Waktu produksi	78 %	21 %	1 %
Kualitas	71 %	29 %	-
Berat	37 %	58 %	5 %
Logistik	55 %	45 %	-
Performansi	33 %	67 %	-
Pengepakan	24 %	76 %	-

Sumber : **Dell'isila, A.J.** *Value engineering the Construction Industry*, Van Nostrand

Reinhold Company New York, 1975

Pada saat ini rekayasa nilai telah dikenal di banyak negara di luar Amerika Serikat, seperti Jepang (1970), Italia (1978), Kanada (1978), Australia (1979) dan Indonesia (1986).

Rekayasa nilai diterapkan di Indonesia pertama kali di Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga yaitu pada proyek *Cawang Fly Over*.

3.1.2 Pengertian Rekayasa Nilai

Ada beberapa definisi tentang Rekayasa Nilai, antara lain:

1. Menurut L. D Miles,

Rekayasa nilai adalah suatu pendekatan yang terorganisir dan kreatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi biaya yang tak perlu. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan, sesuatu yang menghidupkan penampilan yang baik ataupun sifat yang baik yang diinginkan konsumen.

2. Menurut Zimmerman dan Hart,

Rekayasa nilai adalah suatu teknik manajemen yang menggunakan pendekatan sistematis untuk mencapai keseimbangan fungsional terbaik antara biaya, keandalan, dan penampilan dari suatu produk.

Rekayasa nilai adalah suatu usaha pendekatan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang tidak esensial (perlu) dan menghilangkan biaya – biaya yang kurang bermanfaat tanpa harus mengurangi kualitas, keamanan, dan sebagainya.

Identifikasi fungsi tersebut dilaksanakan pada proyek yang ditinjau dengan cara :

1. Pemilihan bagian yang akan direkayasa, jika dijumpai komponen-komponen atau bagian-bagian dari proyek, maka perlu diadakan seleksi untuk mendapatkan bagian yang paling banyak/tinggi potensi untuk penghematan biaya.
2. Harus mengetahui fungsi dari bagian yang dianalisis. Hal ini menentukan berapa besar nilai hakiki dari bagian yang dianalisis tersebut terhadap seluruh proyek.
3. Hirarki keuntungan yang sedang dianalisis. Dalam hal ini nilai yang dianalisis masih bersifat hakiki.
4. Nilai keuntungan perlu dihitung biayanya untuk mendapatkan indeks nilai.
5. Alternatif yang ditinjau perlu dianalisis untuk meyakinkan bahwa analisis yang dipilih dapat dilaksanakan.

Pengertian rekayasa nilai secara umum adalah penerapan suatu teknik manajemen melalui pendekatan yang sistematis dan terorganisir dengan menggunakan analisis fungsi, pada suatu proyek atau produk, sehingga diperoleh hasil yang mempunyai keseimbangan antara fungsi utama dengan biaya, keandalan, mutu, dan hasil guna (*performance*) dari proyek atau produk tersebut.

Dalam studi Rekayasa Nilai dikenal ada 4 macam nilai:

1. Nilai guna (*Use Value*), yaitu 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 produk tersebut. Kemampuan ini ditentukan oleh sifat khusus dari produk tersebut seperti daya tarik, keindahan, ataupun gengsinya.
3. Nilai tukar (*exchange value*), yaitu nilai yang menunjukkan seberapa besar keinginan konsumen untuk berkorban atau mengeluarkan biaya total yang diperlukan untuk menghasilkan suatu produk dan memenuhi semua fungsi yang diinginkan.
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 diatas dapat digolongkan pada nilai dapat diukur/bersifat "*extrinsic*" (*quantitative*) dan nilai yang tidak dapat diukur (*abstract*).

Dalam proses pembangunan tidak hanya menghasilkan produk, tapi prosesnya sendiri memberikan dampak yang positif, maka diharapkan efisien, maka baik secara total maupun parsial, hendaknya rasio antara biaya dan harga yang dihasilkan sesuai dengan desain.

Untuk mendapatkan efisiensi dari suatu pembangunan, perlu ratio antara *worth* dengan *cost*,

$$\text{Ratio} = \frac{\text{cost}}{\text{ratio}}$$

Cost adalah sejumlah uang, waktu, tenaga, dan lain-lain yang diperlukan untuk memperoleh suatu fasilitas produk baik berupa barang atau jasa yang diinginkan.

Worth adalah biaya terendah dari yang dibutuhkan untuk memenuhi fungsi. Jika :

1. Ratio > 1 , maka : besar rasio tersebut harus dianalisis dulu, untuk : rasio 1 s/d 2, kecil kemungkinan terjadi penghematan pada proyek tersebut jika dilakukan analisis nilai. Jika rasio > 2 , maka proyek tersebut akan ada penghematan jika dilakukan analisis nilai.
2. Ratio = 1, berarti : besarnya biaya minimum yang dikeluarkan telah memenuhi fungsi yang dibutuhkan.
3. Ratio < 1 , berarti : sesuatu yang tidak mungkin, karena biaya yang dikeluarkan tidak dapat memenuhi fungsi yang dibutuhkan.

Jika studi rekayasa nilai dilakukan sejak awal desain, maka rasio yang diharapkan antara 1 s/d 2. Rasio yang dihasilkan pada metode ini hanya menunjukkan berapa besar perbandingan antara biaya dan harga yang dikeluarkan untuk memperoleh fasilitas yang diinginkan.

3.1.3 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

Pada umumnya waktu pelaksanaan rekayasa nilai dibagi menjadi 3 tahap:

1. Tahap Konsep Perencanaan dan Biaya

Rekayasa nilai lebih praktis jika diaplikasikan sejak awal yaitu pada tahap konsep perencanaan dan biaya, karena pada tahap ini fleksibilitas yang maksimal

untuk mengadakan perubahan-perubahan tanpa menimbulkan biaya tambahan untuk desain kembali. Dengan berkembangnya proses perencanaan biaya sehingga perubahan-perubahan akan bertambah, yang akhirnya akan mencapai suatu titik keseimbangan dimana penghematan tidak dapat dicapai. Ini dapat dilihat pada gambar 3.1, dimana penghematan yang potensial dihabiskan oleh biaya untuk mengadakan perencanaan baru, pemesanan kembali, dan pembuatan jadwal baru. Studi telah membuktikan bahwa perencanaan mempunyai pengaruh yang besar pada biaya proyek.

2. Tahap desain

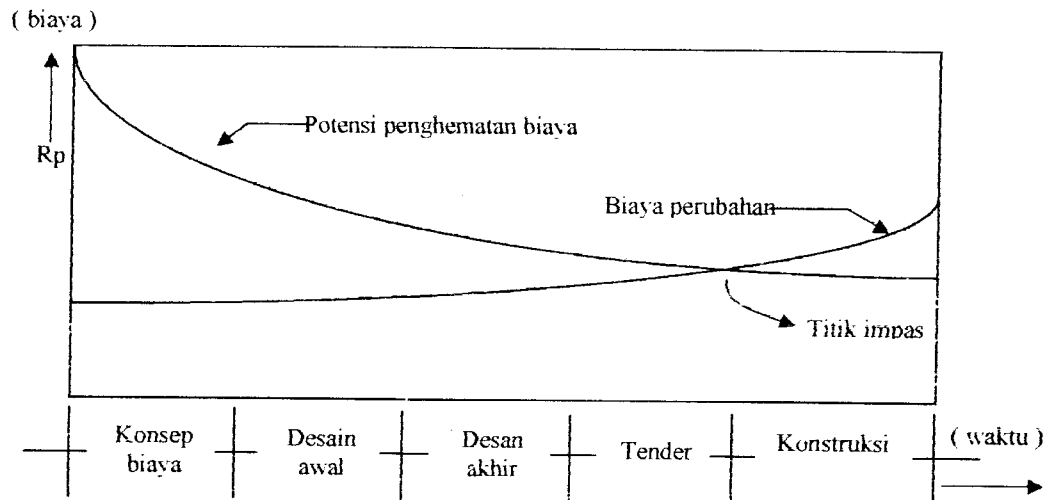
Rekayasa nilai perlu menyertai kemajuan pekerjaan perencanaan dalam tahap desain, yaitu memulai dari konsep, program skematik, pengembangan sampai desain akhir. Hal ini guna memberikan pertimbangan dari segi nilai atau biaya untuk mendapatkan perhatian dalam mengambil keputusan.

3. Tahap pelelangan dan pelaksanaan

Pada tahap ini aplikasi rekayasa nilai mungkin terjadi apabila:

- a. Satu bagian atau sistem telah diteliti oleh tim rekayasa nilai pada tahap sebelumnya, dan memerlukan penelitian lebih lanjut sebelum diputuskan. Meskipun terjadi kelambatan akibat penelitian tersebut, mungkin akan menguntungkan untuk diteruskan apabila penghematan 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 suatu bidang pekerjaan berdasarkan pengalaman, yang mana pekerjaan tersebut masih bisa menurunkan biaya pelaksanaan tanpa harus mengorbankan kualitasnya.



Gambar 3. 1. Waktu penerapan studi rekayasa nilai

3.1.4 Tujuan Rekayasa Nilai

Tujuan rekayasa nilai adalah memperoleh suatu produk atau bangunan yang seimbang antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan dengan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa harus mengorbankan mutu, keandalan, *performance* dari suatu produk atau bangunan tersebut.

3.1.5 "Job Plan" Dalam Rekayasa Nilai

Rekayasa nilai adalah suatu metode untuk mengatasi penggunaan biaya yang tidak diperlukan. Suatu teknik yang telah diuji dapat dicari dengan pendekatan sistematis yaitu keseimbangan terbaik antara performansi dan biaya.

Pendekatan sistematis pada rekayasa nilai disebut dengan Rencana Kerja (*Job Plan*). Rencana kerja dari rekayasa nilai merupakan kerangka dimana teknik-teknik saling terkait satu sama lain. Keterkaitan ini dapat dikelompokkan dalam beberapa tahap, dimana pada masing-masing tahap dapat diterapkan teknik-teknik yang sesuai dengan permasalahan yang dihadapi. Agar proses perencanaan Rekayasa Nilai lebih efisien maka suatu tahap dapat diulangi beberapa kali sampai didapatkan hasil yang diinginkan.

Pada dasarnya dari beberapa rencana kerja yang ada dalam pendekatan dapat dikatakan hampir sama. Prosedur yang umum dipakai adalah standar rencana kerja 6 tahap yang terdiri dari :

1. Tahap informasi (*information phase*)
2. Tahap analisis fungsi (*function analysis phase*)
3. Tahap kreatif (*creative phase*)
4. Tahap penilaian/analisis (*judgement phase*)
5. Tahap pengembangan (*development phase*)
6. Tahap presentasi/rekomendasi (*recommendation phase*)

3.1.5.1 Tahap Informasi (*Information Phase*)

Menurut Zimmerman (1982), tahap informasi ditujukan untuk mendapatkan informasi seoptimal mungkin dari tahap desain suatu proyek. Informasi tersebut antara lain berupa latar belakang yang memberikan informasi yang membawa kepada desain proyek, asumsi yang digunakan, dan sensitivitas dari biaya untuk pemilihan dan pemanfaatan suatu bangunan.

Kualitas dan kesempurnaan informasi yang disediakan oleh pemilik dan perencana terhadap latar belakang proyek secara langsung mempengaruhi kualitas studi tim rekayasa nilai. Informasi yang diperlukan secara umum sebagai berikut:

1. kriteria desain,
2. kondisi lapangan (topografi, kondisi tanah, lingkungan proyek, dan lain-lain),
3. peraturan-peraturan,
4. elemen-elemen desain,
5. latar belakang proyek,
6. kendala-kendala yang ditetapkan terhadap proyek,
7. fasilitas yang tersedia,
8. persyaratan yang timbul akibat dari partisipasi masyarakat (faktor keamanan pekerja),
9. perhitungan-perhitungan desain.

3.1.5.2 Tahap Analisis Fungsi (*Function Analysis Phase*)

Analisa fungsi untuk proyek digunakan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang akan dikerjakan dan biaya :

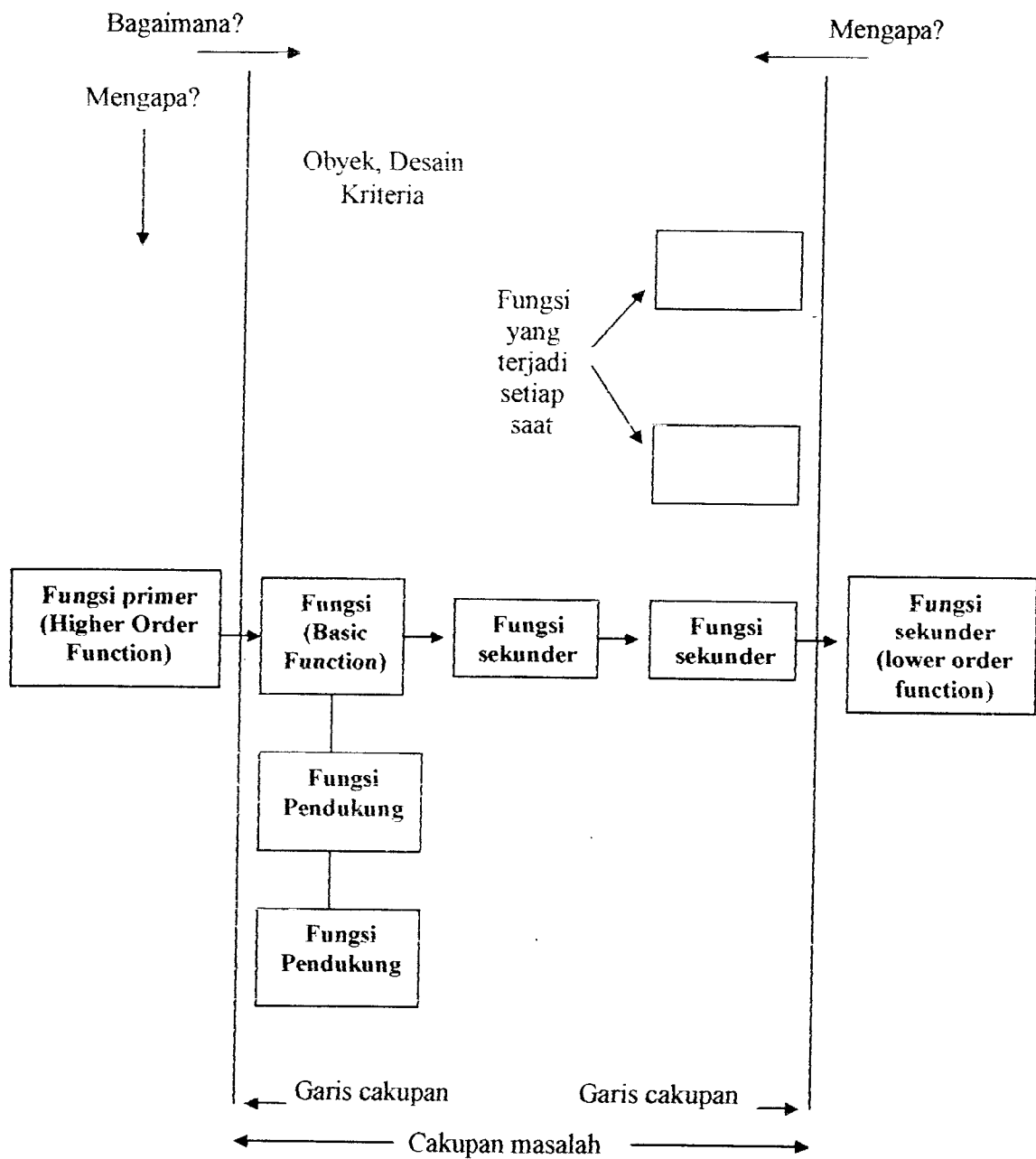
- a. Analisa fungsi digunakan untuk mengidentifikasikan secara jelas pekerjaan yang dilakukan untuk kebutuhan proyek, serta membantu memisahkan ruang lingkup untuk biaya utama dengan biaya yang tidak dibutuhkan untuk mendukung performansi.

Tahap pertama dalam analisis fungsi adalah mengidentifikasi fungsi dasar dari suatu sistem proyek. Fungsi dasar merupakan tujuan dari uraian studi rekayasa nilai. Dalam suatu proyek atau komponen didapat fungsi utama sedangkan bagian lain adalah fungsi penunjang atau fungsi skunder.

Tahap selanjutnya dari analisis fungsi adalah mengidentifikasi biaya dan harga yang berkaitan dengan setiap fungsi. Harga dapat diidentifikasi sebagai biaya terendah dari yang dibutuhkan untuk membentuk fungsi.

- b. Untuk membantu menetapkan informasi yang perlu dikumpulkan perlu dikaji lebih dulu fungsi dari bangunan. Salah satu metode yang digunakan untuk mengkaji fungsi dari suatu sistem adalah metode FAST.

FAST (*Function Analysis System Technique*) adalah suatu metode terstruktur untuk menganalisis, mengorganisir dan mencatat fungsi-fungsi dari suatu sistem. Dengan mengaplikasikan metode FAST ini, dapat dibuat suatu diagram yang menggambarkan fungsi-fungsi proyek secara terorganisir dan menentukan hubungan antar fungsi, serta membatasi lingkup permasalahan. Dalam menyebutkan fungsi, diidentifikasi dengan kata kerja dan kata benda, seperti dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram FAST

Diagram FAST disusun berdasarkan urutan tingkat, dari fungsi tingkat tinggi diletakan sebelah kiri sedangkan fungsi yang rendah diletakan disebelah

kanan. Pembuatan ini biasanya dimulai fungsi dasar yang sudah ditentukan sebelumnya. Fungsi dasar ini diletakan dalam ruang lingkup yang akan dibahas.

Penyusunan fungsi-fungsi dilaksanakan dengan mengajukan dua pertanyaan, yaitu: Bagaimana (*How*) dan Mengapa (*Why*). Identifikasi fungsi dimulai dari fungsi dasar dengan melakukan pertanyaan “bagaimana” fungsi dasar dilaksanakan. Pertanyaan dijawab oleh pihak lain diletakan di sebelah kanan fungsi dasar. Seterusnya dilakukan pertanyaan yang sama terhadap fungsi baru tersebut sehingga didapat fungsi baru lainnya yang menjawab fungsi tadi. Pertanyaan ini dilakukan terus sampai didapat sejumlah fungsi yang bisa mencerminkan masalah. Kemudian dilakukan pertanyaan “mengapa” fungsi tersebut harus diadakan, akan dijawab oleh fungsi yang berada di sebelah kiri fungsi yang bersangkutan. Fungsi ini harus sama dengan fungsi yang didapat pada proses pertama yang menggunakan “bagaimana”. Proses ini dilakukan sampai didapat fungsi dasar sebagai jawabannya. Hal ini untuk memeriksa ketepatan fungsi-fungsi dasar pada jalur kritis. Sebagai contoh : pertanyaan diajukan pada fungsi utama, “bagaimana menerima beban ?”, maka pertanyaan ini akan dijawab oleh fungsi yang ada disebelah kanannya dengan satu kata kerja dan satu kata benda, yaitu menahan beban. Pertanyaan ini ditanyakan terus oleh fungsi yang baru terbentuk dan berhenti jika permasalahan telah cukup. Sekarang pertanyaan dimulai dari fungsi yang berada paling kanan dalam batas lingkup masalah dengan pertanyaan “mengapa”. “Mengapa perlu untuk meneruskan beban ?”. Pertanyaan ini akan dijawab dan akan menghasilkan jawaban yang sama dengan jawaban

pertanyaannya “bagaimana”. Pertanyaan ini akan berhenti jika sejumlah fungsi-fungsi sudah mencerminkan masalah.

3.1.5.3 Tahap Kreatif (*Creative Phase*)

Tahap ini mempunyai tujuan untuk memotivasi orang untuk berfikir dan membangkitkan segala alternatif untuk memenuhi fungsi utama. Kreativitas seseorang atau tim sangat berperan dalam mendapatkan alternatif-alternatif yang dibutuhkan. Acuan kreativitas tidaklah kepada timbulnya karya besar, tetapi lebih mengarah kepada kemampuan memandang suatu masalah seperti biasanya, dan memandang secara lateral tidak langsung vertikal. Bilamana kedua pandangan tersebut dapat dipadukan kreativitas dapatlah diartikan sebagai kemampuan memandang suatu hal dari berbagai sudut sebagai hasil dari suatu pengembangan.

Ide-ide yang muncul harus dicatat dahulu dan tidak boleh dipertimbangkan atau dievaluasi. Ide yang diajukan berupa:

- a. ide orisinal,
- b. perbaikan terhadap suatu ide yang sudah ada,
- c. kombinasi dari beberapa ide.

Hasil dari tahap kreatif ini akan dibahas dan dievaluasi pada tahap penilaian.

3.1.5.4 Tahap Penilaian (*Judgement Phase*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengevaluasi alternatif hasil dari tahap sebelumnya. Evaluasi ini dilaksanakan untuk menentukan dari sejumlah pilihan yang terbaik untuk dipelajari lebih lanjut dan yang mempunyai potensi besar

untuk penghematan. Penilaian ini bertujuan untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan dari masing-masing ide. Kekurangan dari ide yang satu dapat ditutupi oleh ide yang lain. Ide baru yang merupakan gabungan dari beberapa ide, memerlukan informasi yang baru. Seringkali harus kembali ke tahap sebelumnya untuk mencari informasi baru. Pada tahap ini jumlah ide akan berkurang setelah diadakan seleksi. Desain dengan biaya rendah akan mendapat prioritas utama, namun tidak semata-mata berdasarkan atas biaya saja. Faktor lain yang turut menentukan adalah teknologi, biaya, perawatan, waktu pelaksanaan.

Menurut Hario Sabrang (1998), untuk mendapatkan hasil yang baik perlu dilakukan saringan berjenjang, yaitu yang pertama adalah analisis keuntungan dan kerugian, yang maksudnya adalah untuk melakukan saringan cepat karena banyaknya alternatif yang akan timbul. Kedua adalah analisis kelayakan pengadaan, yang berarti analisis pada *initial investment*, sehingga akan lebih banyak dari segi pengadaannya. Ketiga adalah analisis kelayakan pemanfaatan yang lebih pada masalah kegiatan penggunaan atas hal yang sudah dibuat. Ketiga analisis ini terkait satu sama lain seakan-akan ada saringan dasar, saringan sedang dan saringan halus. Hal yang penting adalah menyusun kriteria dari masing-masing saringan sehingga bisa berfungsi sebagai yang kasar, sedang dan halus.

Masing-masing saringan berjenjang tersebut diuraikan sebagai berikut:

a. Analisis keuntungan-kerugian

Analisis keuntungan-kerugian merupakan tahap penyaringan yang paling kasar diantara metode yang dipakai dalam tahap penilaian.

Sistem penilaian diberikan secara bersama-sama oleh tim rekayasa nilai. Penilaian tim harus didasarkan atas tingkat pengaruhnya pada biaya secara keseluruhan.

Dalam kajian untung rugi jumlah kriteria yang dipandang tepat untuk dinilai dan dapat dipakai untuk menganalisis setiap pekerjaan, yaitu biaya awal, kekuatan dinding penahan tanah terhadap tekanan tanah, biaya pemeliharaan, waktu pelaksanaan, ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan, kemungkinan diterapkan (Larry W. Zimmerman dan Glen D. Hart, 1987). Dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dulu salah satu kriteria, kemudian harus menentukan kriteria lain secara relatif terhadap kriteria tadi. Kriteria utama yang dipandang sangat penting diberi nilai 3 (tiga) untuk kriteria biaya awal, sedangkan kriteria lainnya ditetapkan secara relatif.

Menurut Hario Sabrang (1998), sistem penilaian diberikan secara bersama-sama antara alternatif-alternatif yang telah ditentukan dengan kriteria-kriteria yang ditentukan sebagai parameter penilaian, kriteria tersebut sebagai titik tolak. Cara pemberian nilai dengan menggunakan skala antara 1 sampai dengan 4 pada kolom kriteria-kriteria yang akan ditentukan sebagai parameter penilaian. Untuk keuntungan diberi tanda positif dan untuk kerugian diberi tanda negatif. Nilai kriteria diberikan secara rinci berdasarkan urutan rangking skala 1 sampai 4. Kriteria yang dimaksud pada tahap ini seperti biaya awal, kekuatan atau daya dukung, biaya pemeliharaan, waktu pelaksanaan, ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan, kemungkinan diterapkan, dan lain-lain.

Cara pemberian nilai tidak harus mutlak seperti yang telah diterangkan di atas, pemberian nilai ini berdasarkan tingkat kepentingan yang mendasar dari masing-masing kriteria yang dipakai.

b. Analisis tingkat kelayakan

Menurut Hario Sabrang (1998), dari analisis keuntungan dan kerugian telah didapat peringkat dari alternatif-alternatif. Kemudian pada alternatif-alternatif dengan peringkat yang tinggi akan dilakukan analisis alternatif atas kelayakan pengadaannya. Analisis akan menjawab apakah potensi penghematannya lebih besar. Pada analisis kelayakan perlu ditetapkan kriteria sebagai parameter penilaian pada proses pembuatan komponen alternatif berdasarkan pada desainnya.

Penilaian dilakukan dengan menentukan bobot dari masing-masing kriteria, skala bobot bisa diambil antara 1 sampai dengan 5. Menurut Hario Sabrang (1998), penilaian 1 sampai dengan 5 (sebagai contoh) dapat diartikan sebagai berikut yaitu nilai 5 adalah yang sangat baik, nilai 4 adalah baik, nilai 3 adalah cukup, nilai 2 adalah jelek dan nilai 1 adalah yang paling jelek.

Kemudian nilai tersebut dijumlahkan untuk setiap alternatif, sehingga akan menghasilkan peringkat baru yang akan dijadikan sebagai alternatif pilihan, berdasarkan ukuran dari nilai kriteria pembandingan tersebut. Kriteria-kriteria pada tahap analisis kelayakan tidak harus sama dengan kriteria pada analisis keuntungan dan kerugian.

c. Analisis tingkat kelayakan pemanfaatan

Menurut Hario Sabrang (1998), analisis kelayakan pemanfaatan adalah menganalisis kelayakan pada waktu yang akan datang, yaitu barang atau jasa yang telah tersedia atau jadi mempunyai nilai manfaat. Misalnya umur bangunan umur dua puluh tahun. Teknik yang dipakai adalah analisis manfaat dan biaya. Untuk maksud memilih biaya yang hemat digunakan teknik “*Life Cycle Costing*”.

Life Cycle Costing adalah total biaya ekonomis, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisis *life cycle costing* menggambarkan nilai biaya sekarang (*present value*) dan nilai biaya yang akan datang (*future value*) dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri.

3.1.5.5 Tahap Pengembangan (*Development Phase*)

Pada tahap ini alternatif-alternatif yang terpilih dari tahap sebelumnya dibuat pengembangannya sampai menjadi usulan yang lengkap. Menurut Iman Suharto (1997), dalam proses kegiatan manajemen secara umum tim tidak cukup memiliki pengetahuan yang menyeluruh dan spesifik, artinya masih diperlukan bantuan dari pakar-pakar lain di bidang teknik sipil untuk melengkapi data-data. Pada tahap ini harus dilakukan penghitungan secara detail sehingga akan mendapatkan gambaran yang jelas. Yang diperlukan adalah perhitungan secara teknis mengenai desain dan siklus hidup sehingga dapat dicapai penghematan.

a) Perhitungan Biaya Siklus Hidup

Dalam tahapan pengembangan alternatif usulan yang akan digunakan sebagai alternatif asal adalah sesuai yang digunakan di lapangan yaitu dinding

penahan tanah pasangan batu kali. Kemudian setiap alternatif bahan yang lain dibandingkan dengan desain asli (*original*) dengan cara menganalisa biaya berdasarkan biaya siklus hidup sehingga dapat dilihat besar penghematan yang ada.

Dalam perhitungan biaya siklus hidup diperlukan faktor-faktor sebagai dasar perhitungan, faktor-faktor perhitungan tersebut adalah :

1. Biaya awal

Biaya awal ditentukan dari rencana anggaran biaya berdasarkan perhitungan desain struktur dinding penahan tanah.

2. Biaya pemeliharaan dan penggantian

Pada studi ini faktor biaya pemeliharaan dianggap Rp 0 karena pada dinding penahan tanah tidak berlaku pemeliharaan struktur dinding penahan tanah sehingga komponen biaya dianggap nol. Sedangkan biaya penggantian diasumsikan 3% dari biaya awal setiap 5 tahun sekali.

3. Umur konstruksi

Pada studi ini proyek dianggap atau diasumsikan akan dapat digunakan selama 20 tahun.

4. Tingkat bunga

Pada proyek ini diasumsikan tingkat bunga pinjaman adalah 15% pertahun dengan jangka waktu pengembalian 20 tahun.

5. Nilai sisa (*Salvage Value*) jika ada

Pada proyek ini diasumsikan nilai sisa dari item tersebut adalah 0 % dari nilai asal karena secara kenyataan dinding penahan tanah tidak

mungkin untuk dijual kembali untuk instalasi kembali sehingga tidak ada nilai sisa lagi.

Dalam perhitungan biaya siklus hidup ini didapat perbandingan biaya antara biaya asal dengan biaya alternatif (usulan) sedang faktor inflasi tidak diperhitungkan dalam analisis ini.

Tahapan perhitungan tersebut dapat dibagi dalam empat langkah yaitu:

1. Biaya inisial (awal) = biaya asal – biaya alternatif.
2. Biaya penggantian = biaya asal – biaya alternatif.
3. Nilai sisa = nilai akhir dari suatu proyek.

Kemudian dicari biaya annual kepemilikan dan operasi (*Owning and operating Coast*) yang biasa disebut dengan *Life Cycle Coast*.

b) Perhitungan penghematan dan *life cycle cost*

Dari data diketahui bunga pinjaman sebesar 15 % dan umur manfaat dinding penahan tanah 20 tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF) yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang (Imam Soeharto), dengan rumus:

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

3.1.5.6 Tahap Presentasi (*Presentation Phase*)

Tahap ini merupakan tahap untuk melaporkan/mempresentasikan secara lengkap hasil studi rekayasa nilai, merekomendasikan alternatif yang terpilih dengan segala keuntungannya. Tahap ini bertujuan untuk meyakinkan owner atau

pengambil keputusan bahwa alternatif yang direkomendasikan merupakan pilihan terbaik dan menguntungkan.

Tahap ini merupakan tahap akhir dan sangat menentukan apakah studi rekayasa nilai berhasil atau tidak. Menurut Iman Suharto (1997), semua varian aspek teknis sampai dengan aspek non teknis dapat menggambarkan secara jelas alternatif pilihan yang mempunyai nilai penghematan yang lebih baik dibanding dengan alternatif yang lain.

3.2 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah digunakan untuk mencegah material agar tidak tidak longsor menurut kemiringan alamnya. Bangunan dinding biasanya digunakan untuk menopang tanah, batubara, timbunan bahan tambang dan air. Sebagian bangunan panahan adalah tegak, namun bila sudut α pada koefisien tekanan tanah Coulumb lebih dari 90° terjadi pengurangan tekanan tanah lateral yang cukup penting bila dinding tinggi dan diperbolehkan condong kearah urugan balik (*backfill*).

Untuk melaksanakan perencanaan dinding penahan tanah, langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Memperkirakan ukuran/dimensi yang diperlukan dari dinding penahan tanah.
2. Mencari besarnya tekanan tanah baik secara analitis maupun secara grafis berdasarkan cara yang sesuai dengan tipe dinding penahan tanahnya, apakah dengan cara Coulumb atau cara Rankine.

3. Lebar dasar dinding penahan tanah harus cukup untuk memobilisasi daya dukung tanahnya atau dengan kata lain, tegangan yang bekerja akibat konstruksi ditambah dengan gaya-gaya lainnya tidak melebihi daya dukung ijin.
4. Perhitungan kekuatan struktur dari dinding penahan tanah, yaitu dengan memeriksa tegangan geser dan tegangan tekan yang diijinkan dari struktur dinding penahan tanah.
5. Dinding penahan tanah harus aman terhadap stabilitas gesernya (*sliding stability*).
6. Dinding penahan tanah harus aman terhadap stabilitas gulingnya (*overturning stability*).
7. Tinjauan terhadap lingkungan lokasi dari dinding penahan tanah.

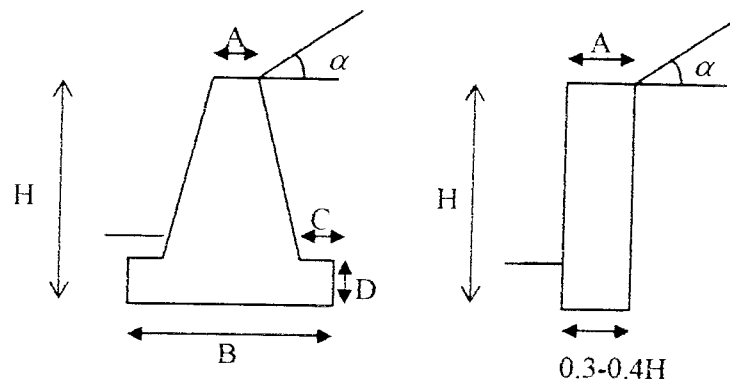
Dinding penahan tanah harus terletak pada suatu daerah dimana stabilitas dari kemiringan lerengnya memenuhi suatu angka keamanan tertentu, yaitu :

- $SF > 1,50$ untuk pembebanan tetap
- $Sf > 1,30$ untuk pembebanan sementara, termasuk apabila ada gempa.

3.2.1 Dimensi Dinding Penahan Tanah Dalam Perencanaan

Dimensi atau ukuran dinding penahan tanah dibedakan:

1. Dinding gravitasi atau dinding berbobot (*gravity wall*)



Keterangan:

$$A = 0.3 - H/12$$

$$B = 0.5 - 0.7H$$

$$C = (0.5 - 1) \times D$$

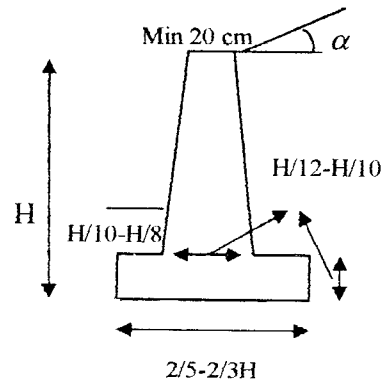
Gambar 3.3 Gravity wall

Pada umumnya untuk perencanaan *gravity wall* dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Untuk mendapatkan total tekanan tanah yang bekerja, perhitungan dengan grafis apabila digunakan cara Coulumb.
- b. Pada umumnya dihitung dengan cara Rankine, apabila tinggi dinding penahan tanah $H > 6$ meter.

2. Dinding Kantilever (*Cantilever wall*)

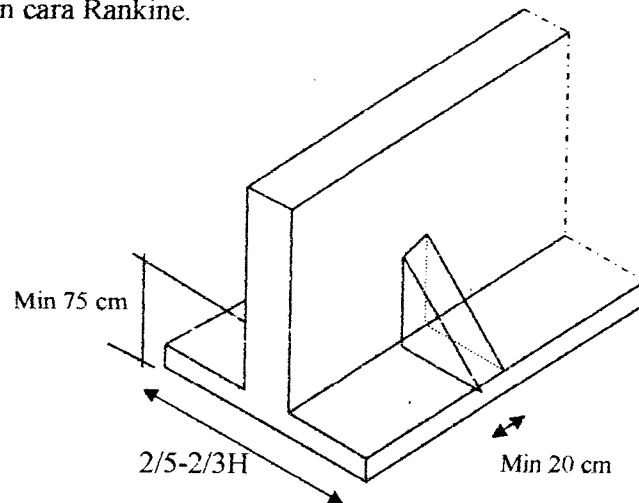
Perhitungan mencari tekanan tanah dilakukan dengan cara Rankine (lihat gambar)



Gambar 3.4 *Cantilever wall*

3. Dinding Kantilever Berusuk (*Counterfort Walls*)

Perhitungan mencari tekanan tanah pada dinding kantilever berusuk digunakan cara Rankine.



Gambar 3.5 *Counterfort wall*

Ukuran pada dinding kantilever berusuk :

- Perhitungan mencari tekanan tanah pada dinding kantilever berusuk digunakan cara Rankine.

3.2.2 Penentuan Tekanan Tanah Yang Bekerja Pada Dinding Penahan

Tanah Cara Analitis

Didalam cara ini tekanan tanah merupakan luas dari diagram tegangan gaya yang terjadi akibat pembebanan. Perbedaan tinggi air maupun akibat sifat-sifat tanah (*property of soils*).

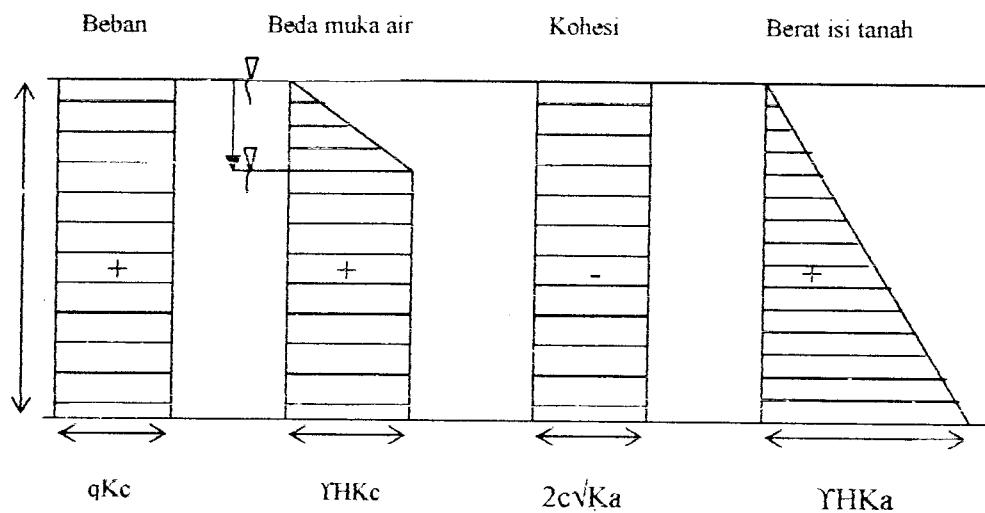
Diagram tegangan gaya tersebut adalah (gambar 3.6):

1. Akibat beban merata; berbentuk segi empat tegangan gaya.
2. Akibat perbedaan tinggi air; pada mulanya berupa segi tiga tegangan gaya kemudian segi tiga tegangan gaya ini berupa beban, sehingga bentuk selanjutnya menjadi segi empat tegangan gaya.
3. Akibat sifat-sifat tanah, dapat berbentuk segi empat dan segi tiga.
Dibedakan akibat harga kohesinya dan akibat karakteristik berat isinya.

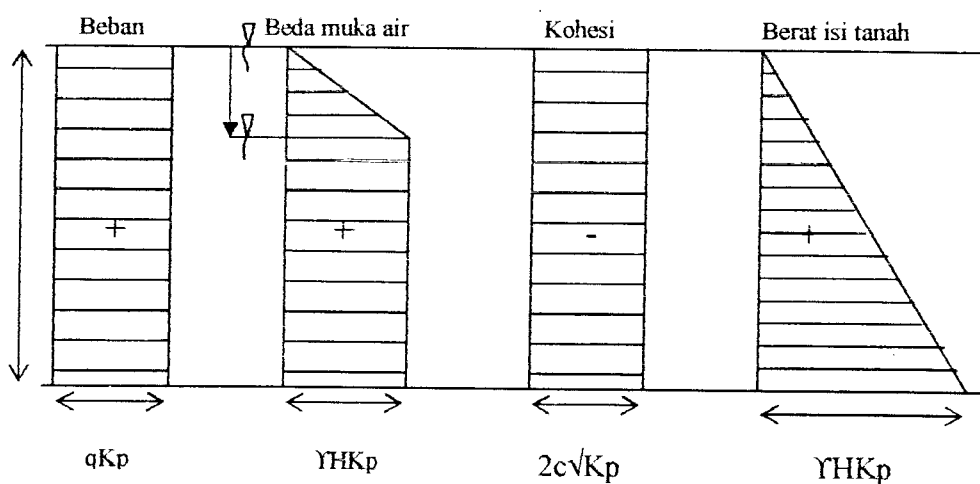
Yang perlu diperhatikan di dalam mencari total tekanan tanah adalah :

- a. Akibat sifat-sifat tanah khususnya akibat kohesi. Untuk harga tekanan aktif, kohesi memberikan pengurangan terhadap seluruh tekanan aktif yang bekerja sedangkan untuk tekanan pasif kohesi, menambah besar seluruh tekanan pasif yang bekerja.
- b. Akibat beban garis (*line load*). Beban titik (*point load*) dan beban strip (*strip load*), bentuk diagram dapat, didekati dalam bentuk geometrik yang dikenal yaitu, segi empat, segi tiga dan trapezium untuk mempermudah perhitungan bentuk geometrik yang dipilih adalah segi empat. Alasan pemilihan adalah karena segi empat dengan mudah dapat dicari titik tangkap gaya dan luasnya.

- c. Didalam perhitungan tekanan tanah lateral, sebaiknya mobilisasi diagram tegangan dibiarkan seperti adanya. Hal ini dianjurkan karena memudahkan didalam menghitung dan memeriksa hasil perhitungan, karena luas diagram dan jarak dengan momen terhadap suatu referensi lebih jelas dan tidak mudah membuat kesalahan. Meskipun melakukan superposisi diagram tegangan juga boleh, hanya sekali lagi tidak dianjurkan digunakan cara yang terakhir ini.



Gambar 3.6 a Diagram tegangan untuk mencari tekanan aktif

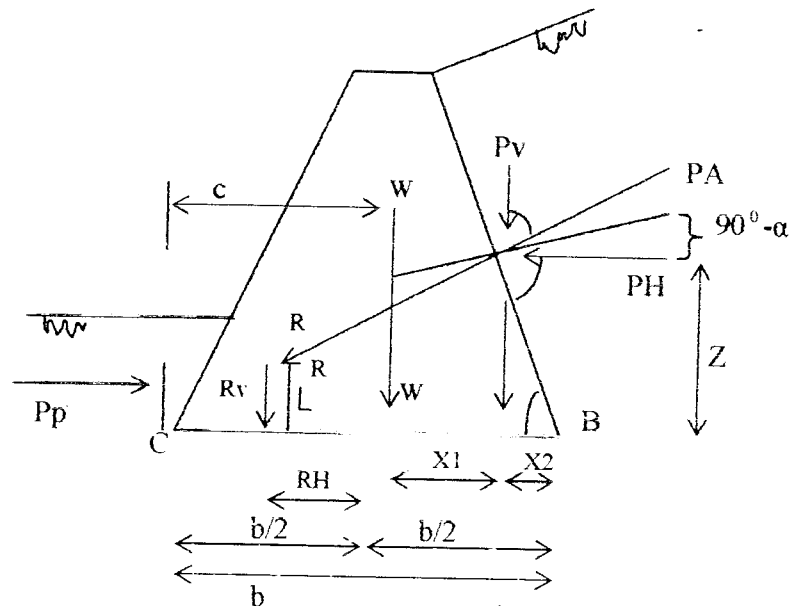


Gambar 3.6 b Diagram untuk mencari tekanan Pasif

3.2.3 Cek stabilitas geser, guling dan kekuatan dinding penahan tanah

1. Teori Coulomb

Pada konstruksi Dinding Penahan Tanah, dianggap sementara penurunan Konstruksi yang terjadi masih lebih kecil dari penurunan ijin



Gambar 3.7 Gaya yang bekerja pada dinding grafitasi

Di dalam merencanakan konstruksi dinding penahan tanah yang stabil dan aman maka konstruksi dinding penahan tanah, tadi harus memenuhi kriteria atau syarat kapasitas konstruksi yang stabil dan aman.

Pada Kriteria ini yang perlu dicek adalah:

- Cek pada kekuatan bahan dinding (pada zaman sekarang dengan campuran Yang ada mungkin tidak perlu dicek lagi).
- Stabilitas terhadap geser (*Sliding*).
- Stabilitas terhadap guling (*Over tunting*).

- Memiliki syarat kapasitas daya dukung tanah dibawah dasar dinding penahan tanah, Benahan tanah lebih besar dari tegangan (tegangan kontak) akibat beban yang bekerja dan di transfer ke tanah di bawah dasar dinding penahan tanah.

Pada tahapan sekarang hanya diperlukan mengetahui bagaimana mencari tegangan akibat beban yang bekerja. Perlu diusahakan agar resultante gaya yang bekerja pada konstruksi dinding penahan tanah masih terletak pada daerah Kern (inti) yaitu dari tengah, dan dasar dinding penahan tanah berjarak kiri dan kanan $1/6$ lebar dasar. Dinding penahan tanah b. Hal ini ditempuh supaya tidak terjadi tarik pada tanah.

Mencari titik tangkap resultan gaya x

Pada tahap pekerjaan ini gaya P_p dianggap = 0

$$R_v X = W X_1 + P_v X_2 + PH_2$$

$$X = \frac{WX_1 + P_v X_2 + P_v H_2}{W + P_v} = \frac{\Sigma M}{\Sigma v}$$

Dimana ΣM = sigma momen terhadap titik B

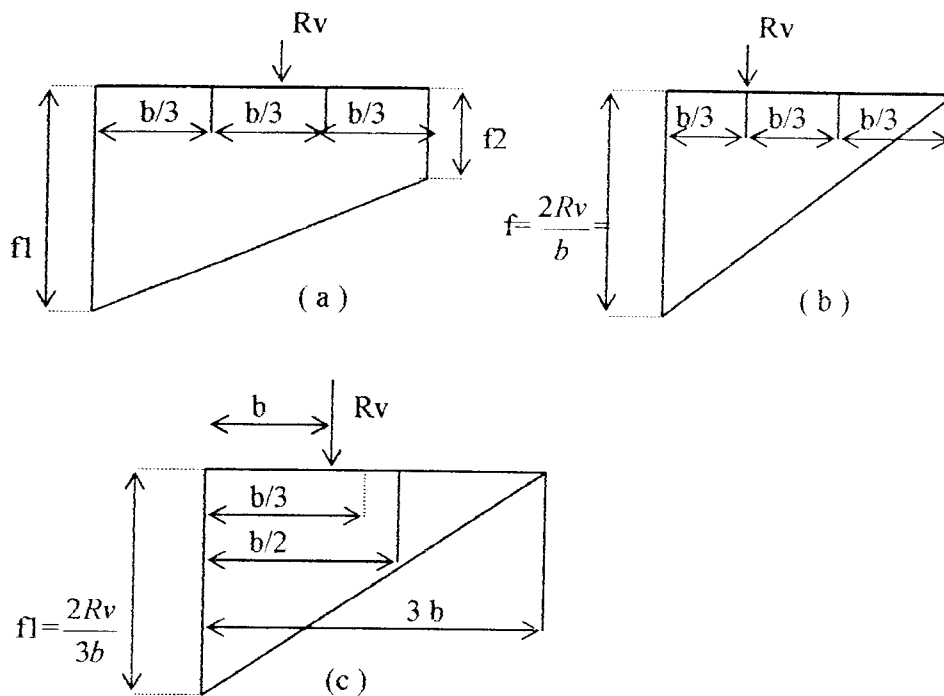
$$= W \cdot X_1 + P_v \cdot X_2 + PHH_2$$

Σv = jumlah harga vertikal

$$= R_v = W + P_v$$

Gaya $R_v = (\Sigma v)$ bekerja tegak lurus pada dasar

Diagram tegangan yang mungkin adalah :



Gambar 3.8 Bentuk diagram tegangan kontak pada dasar dinding penahan tanah

Diagram tegangan pada ujung-ujung dasar dinding penahan tanah diberikan

sebagai berikut :

$$f1 = \frac{Rv}{b} \left(1 + \frac{6e}{b} \right)$$

$$f2 = \frac{Rv}{b} \left(1 - \frac{6e}{b} \right)$$

dimana, b = lebar dasar

e = eksentrisitas / jarak dari tengah-tengah dasar ketempat bekerjanya

gaya

$$x - b/2 = e$$

$$x = e + \frac{b}{2}$$

Keterangan gambar :

Gambar (a) : Resultante gaya R bekerja pada titik berjarak $e < \frac{1}{6} b$.

Menimbulkan tegangan v pada kedua ujung dasar dinding.

Gambar (b) : R bekerja pada titik berjarak $e = \frac{1}{6} b$

Masih menimbulkan diagram tegangan tekan

$$f1 = \frac{2R_v}{b}$$

$$f2 = 0$$

Gambar (c) : Ketika $e > \frac{1}{6} b$ maka tegangan tarik terdapat di B. Kita ketahui

bahwa tanah pada umumnya hanya dapat bertahan terhadap tekan, maka tegangan akan didistribusikan kembali sepanjang $3b1$ adalah jarak dari titik bekerjanya R ke titik ujung C.

$$\text{Besarnya } f1 = \frac{2R}{3b1}$$

Substitusikan $b1 = \frac{b}{2} - e$ akan didapat,

$$f2 = \frac{2R_v}{3(b/2 - e)}$$

Daya dukung tanah ijin

$$\tau \text{ maksimal} = \frac{v}{b.l} \left(1 + \frac{6.e}{b} \right)$$

$$\tau \text{ minimal} = \frac{v}{b.l} \left(1 - \frac{6.e}{b} \right)$$

$$\tau \text{ ultimit} = c.Nc + q.Nq + 0,5.B.Y.N\gamma$$

$Nc, Nq, N\gamma$ dapat diketahui dari tabel Terzaghi.

Chek terhadap stabilitas guling

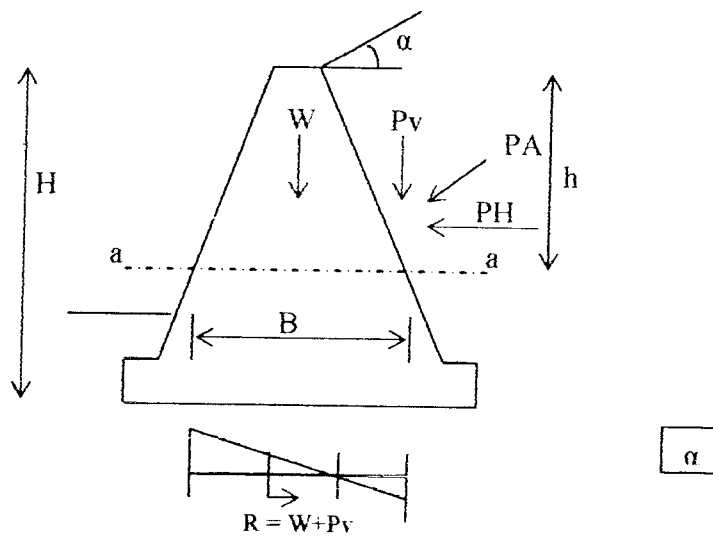
- Disini P_p dianggap = 0
- Ambil Σ momen pada ujung jari dinding penahan tanah atau = ΣM_c

dimana:

$$F_s = \frac{W_a}{P_H X_z} \geq 1.5$$

Chek terhadap kekuatan struktur

Untuk menghitung kekuatan struktur maka perlu di chek terhadap beberapa potongan misal pada potongan a-a



Gambar 3.9 Cek kekuatan struktur pada potongan a-a

$$PA = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

W = berat konstruksi dalam kg

diatas potongan a-a pada satuan panjang 1m = 100 cm

B = lebar dinding pada potongan a-a

- Cek terhadap tegangan geser

$$\tau \text{ geser} = \frac{P_H}{100B} < \tau \text{ izin}$$

- Cek terhadap tegangan tekan

$$\tau \text{ (tekan)} = \frac{P}{A} \pm \frac{My}{I}$$

$$\frac{My}{I} = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{1}{6} b H^2$$

$$M = R \cdot e$$

$$\frac{M}{W} = \frac{6Re}{bH^2}$$

$$\tau \text{ (tekan)} = \frac{V}{B} = \frac{6Re}{B2} < \tau \text{ (tekan izin)}$$

Maka : Dalam perhitungan tegangan fl tidak boleh melampaui daya dukung (*bearing capacity*) tanah.

Supaya tegangan tarik tidak termobilisasi, maka :

$$e < b/6 \text{ atau } x \leq 2b/3$$

Check terhadap stabilitas geser

$$F_s = \frac{(W + P_v) \tan \delta + C_a b}{P_H} \geq 1.5$$

$$\delta = 2/3 \text{ sampai } \phi$$

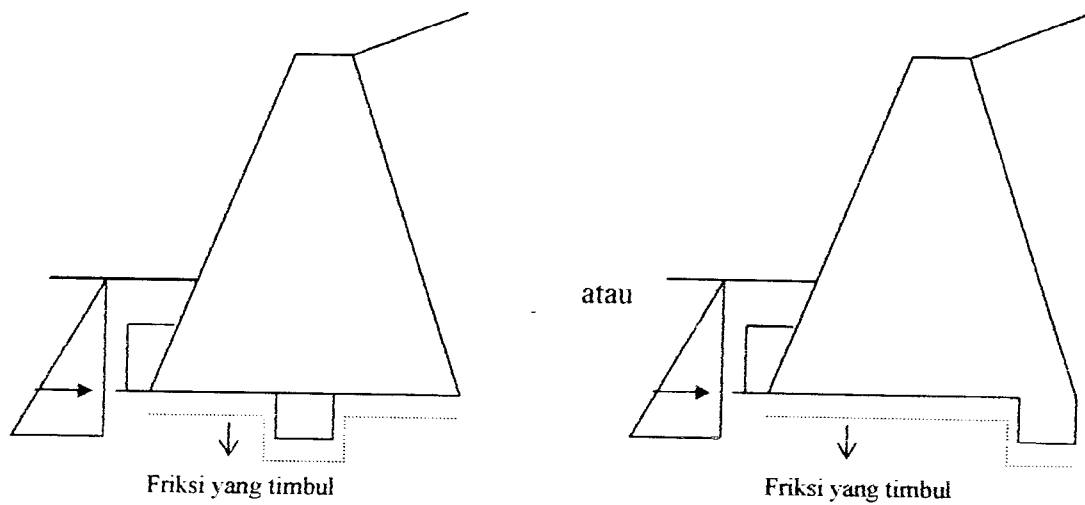
Ca = adhesi antara tanah dan dasar dinding tembok penahan tanah

Ca bisa diambil = C

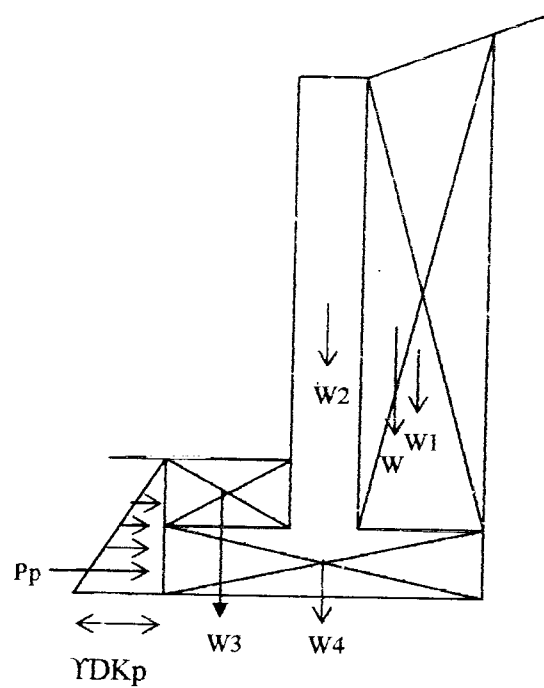
- Bila tekanan pasif dimasukkan :

$$F_s = \frac{(W + P_v) \tan \delta + C_a b + Pp}{PH} \geq 2.0$$

- Bila stabilitas geser belum memenuhi, diberikan sepatu ditengah atau pada ujung tumitnya.



Gambar 3.10 Cara memperbesar stabilitas geser



Gambar 3.11 Gaya yang bekerja pada dinding kantilever

Pada teori Rankine didapat :

$$PA \text{ bersudut } i = \angle \delta$$

$$P_v = P_A \sin i$$

$$P_H = P_A \cos i$$

$$W_{\text{Total}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$$

Jadi W total termasuk berat diatas tumit dan ujung dari dinding penahan tanah.

Kemudian tahap-tahap pekerjaan sama dengan teori Coulomb (ISBN : 979-8382-52-8, 1997).

3.2.4 Jenis-Jenis Dinding Penahan Tanah

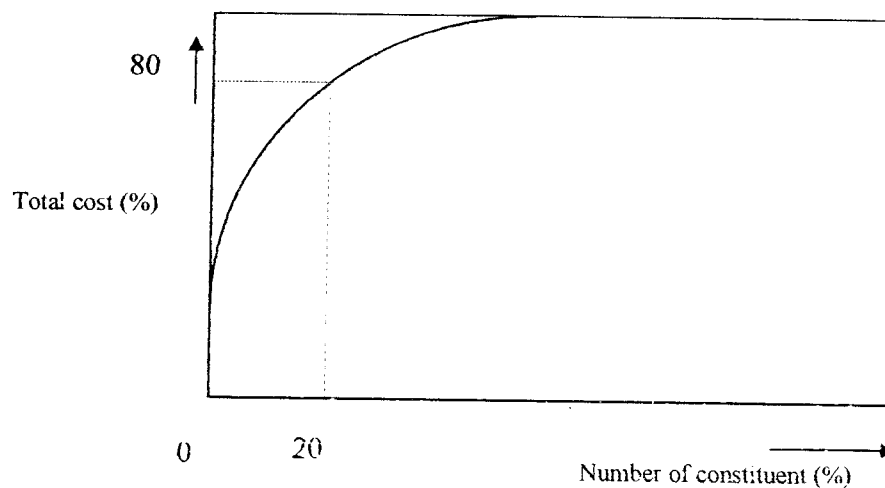
Dinding penahan tanah dikelompokan berdasarkan cara menimbulkan kesetabilannya

- a. Penulangan tanah secara mekanis
- b. Gaya berat (gravitasi)
- c. Kantilever (penyokong)
- d. Penjangkaran

Saat ini , stabilitas tanah secara mekanis dan dinding gaya berat (*gravity wall*) barang kali yang paling banyak digunakan khususnya untuk pekerjaan jalan yang memerlukan galian dalam atau lokasi jalan dilereng bukit yang memerlukan dinding penahan tanah untuk menahan tanah pada tempatnya sehingga dapat menghindari timbulnya kemiringan tanah asli sekaligus penghematan biaya pada sisi jalan dan kebutuhan bahan timbunannya (Josephe E. Bowles, 1988)

3.2.5 Prosentase Biaya Dinding Penahan Tanah

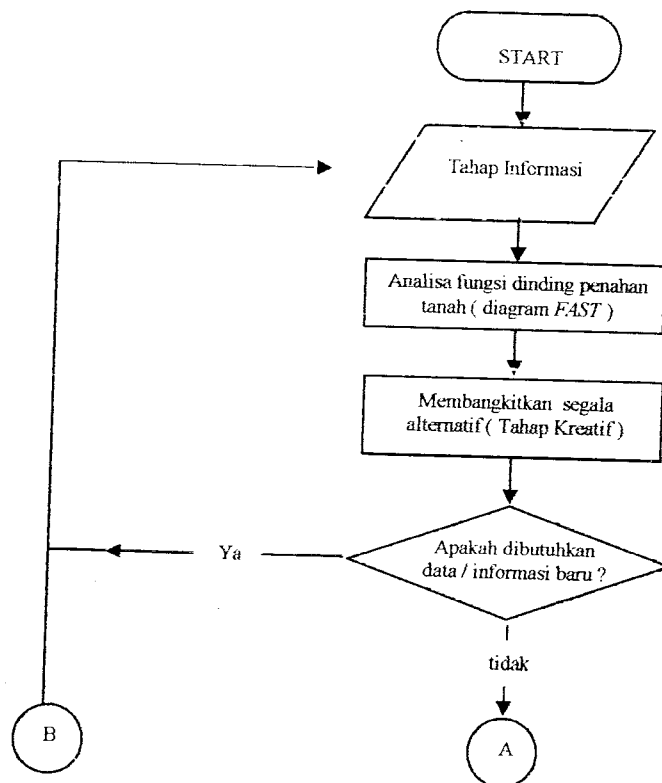
Dalam analisis biaya yang harus diperhatikan adalah bagian-bagian komponen yang mempunyai potensi untuk penghematan, yaitu bagian yang mempunyai harga terbesar dari seluruh biaya. Untuk mengetahui komponen yang mempunyai harga dari tertinggi sampai yang terendah dipakai Hukum Pareto. Menurut hukum distribusi Pareto, bahwa 20 % dari bagian-bagian penting dari suatu komponen akan merupakan 80 % dari biayanya.

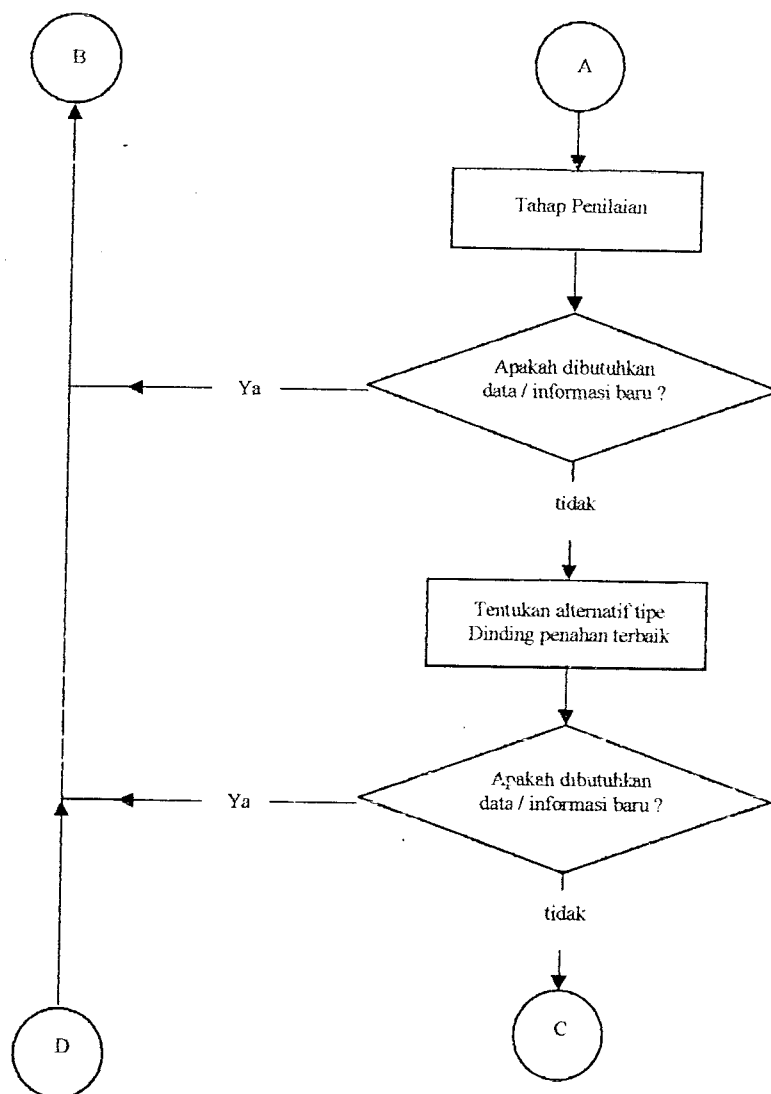


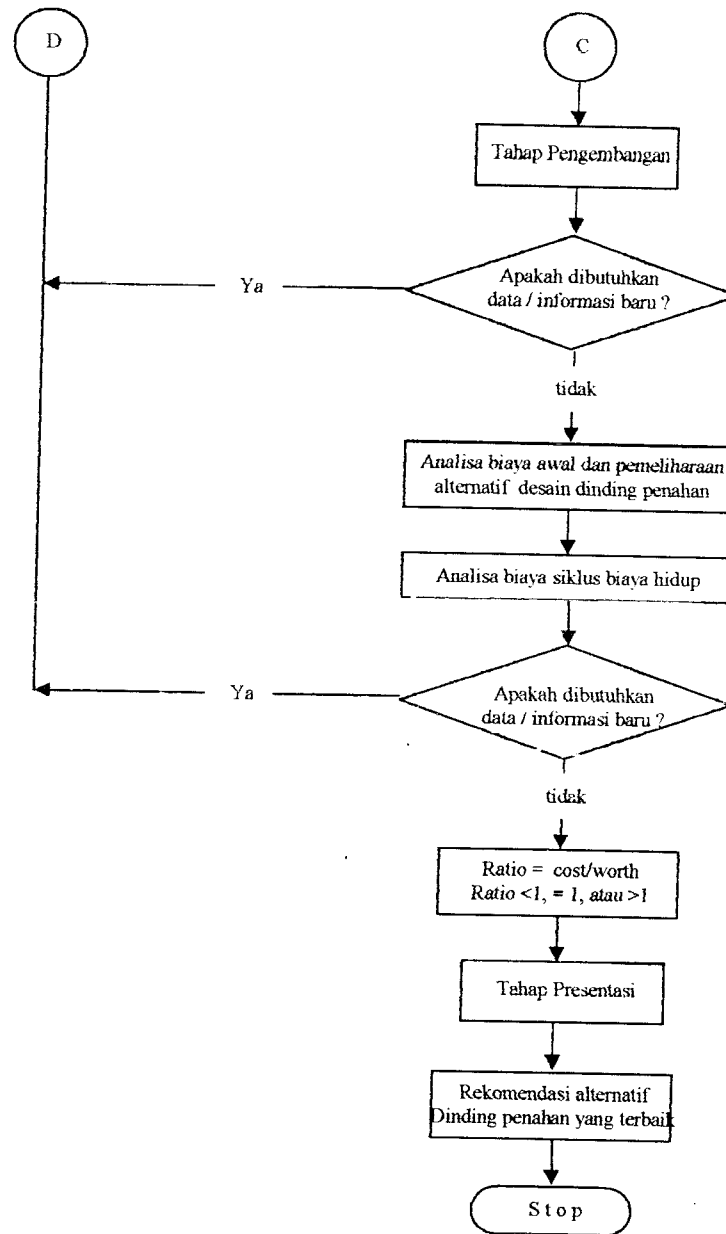
Gambar 3. 12 Kurva distribusi Hukum Pareto

BAB IV METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada tugas akhir ini adalah menggunakan 6 tahapan atau rencana kerja pada studi rekayasa nilai (Hario Sabrang, 1998). Berikut ini gambar diagram alir konsep penerapan metode rekayasa nilai pada dinding penahan tanah :







Gambar 4.1 Diagram Alir Konsep Penerapan Metode Rekayasa Nilai



4.1 Tahap Informasi

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mendapatkan pemahaman yang jelas atas proyek yang akan direkayasa nilai, sehingga dikumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang proyek tersebut, yang diharapkan dapat memperlancar dan mempermudah gagasan-gagasan bagi pengembang desain. Pengumpulan informasi diperoleh dari beberapa sumber seperti pemilik proyek, konsultan, kontraktor, para ahli konstruksi dan sebagainya. Data-data tersebut berupa:

1. Data fisik : informasi karakteristik fisik dari proyek.
2. Data metode : informasi bagaimana barang tersebut dibuat.
3. Data biaya : informasi dari perkiraan biaya.
4. Data kuantitas : informasi mengenai jumlah volume yang ada.
5. Data konstrain : informasi tentang batasan kriteria disain yang dipakai.

Data tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini :

Tabel 4.1 Data proyek yang ada

TAHAP INFORMASI		
No	Data	Keterangan
1	Proyek	Perumahan Taman Siswa Indah
2	Lokasi	Mergangsan lor, Jogjakarta
3	Fungsi	Rumah hunian
4	Dinding panahan tanah	Pasangan batu kali
5	Biaya Dinding panahan tanah	Rp 124.733.801,00

4.2 Tahap Analisis Fungsi

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui ketetapan fungsi dan untuk mengetahui kelayakan hal yang dikaji untuk di rekayasa nilai. Metode yang

digunakan untuk menganalisis fungsi adalah F.A.S.T diagram. tahapan ini akan menghasilkan fungsi dasar dan fungsi penunjang. Kemudian nilai yang menunjukkan layak atau tidak layak akan dilakukan analisis untung rugi dan analisis kelayakan.

4.3 Tahapan Kreatif (*Creative phase*)

Tahapan ini melakukan pendekatan kreatif dengan mengemukakan ide ide sebanyak mungkin dimana dengan makin banyaknya ide-ide diharapkan akan semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi rekayasa nilai, namun kurang lengkapnya informasi tidak merintang kemampuan usaha rekayasa nilai karena dengan berlanjutnya studi akan semakin banyak informasi yang dapat dipecahkan nantinya yang berguna bagi studi rekayasa nilai berikutnya (Chandra S. dan Robert Mitchell, 1988).

4.4 Tahap Penilaian dan Analisis (*Judgement and analisis Phase*)

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditabelkan pada tahapan sebelumnya mulai dilakukan penilaian dimana pada tahap sebelumnya sengaja tidak dilakukan agar pemikiran kreatif tidak terhalang. Pada tahapan ini dilakukan analisis pada kriteria yang ada. Analisis ini meliputi dua tahapan yaitu tahap pertama menganalisis dengan metode untung rugi dan yang kedua dengan analisis kelayakan.

4.5 Tahap pengembangan

Pada tahap ini ide-ide yang dipilih pada tahap sebelumnya telah dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya, kelayakan dan pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang mempengaruhi penilaian mulai dilakukan analisis struktur dan penentuan perhitungan biaya yang potensial bagi alternatif terpilih yang akan memberikan jalan kepada pengembangan pemecahan yang bisa diterapkan. Sebagai asumsi bagi perhitungan biaya awal dipergunakan rencana anggaran biaya sesuai dengan desain yang akan dilakukan pada setiap alternatif bahan dinding penahan tanah.

4.6 Tahapan Presentasi

Dalam tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan merupakan tahap akhir dari studi rekayasa nilai. Dalam tahapan ini gambaran tentang studi rekayasa nilai pada dinding penahan tanah digambarkan dalam bentuk laporan ringkasan proposal rekayasa nilai yaitu mempresentasikan ringkasan hasil dari studi rekayasa nilai dengan pengajuan laporan (*Proposal Summary Report*) secara tertulis yang berupa perbandingan konsep sebelum dilakukan studi rekayasa nilai dan konsep alternatif yang diajukan. Ringkasan perbandingan sistem yang ada dengan sistem alternatif kemudian sebagai berikut yaitu ringkasan dari *life cycle cost* dan penghematan-penghematan yang ada pada alternatif-alternatif yang diajukan.

BAB V

PENERAPAN METODE REKAYASA NILAI

Penerapan metode rekayasa nilai pada dinding penahan tanah dilakukan dengan menggunakan enam tahapan dalam rencana kerja (*job plan*) rekayasa nilai (Hario Sabrang, 1998) yaitu tahap informasi, analisis fungsi, kreatif, penilaian, pengembangan, presentasi. Pada tugas akhir ini analisa yang dilakukan hanya terbatas pada dinding penahan tanah yang berada pada perumahan Taman Siswa Indah, Yogyakarta.

Untuk menerapkan metode rekayasa nilai ini, pertama-tama dianalisa semua informasi yang berhubungan dengan proyek perumahan Taman Siswa Indah dan sistem dinding penahan tanahnya. Kemudian dianalisa fungsi dari masing-masing komponen sistem dinding penahan tanah tersebut, sehingga dapat diidentifikasi fungsinya. Pada tahap selanjutnya dicari ide dan alternatif dari komponen tersebut kemudian dianalisa pada tahap penilaian, setelah itu kedua ide dan alternatif terbaik dikembangkan lagi pada tahap pengembangan. Pada tahap terakhir diajukan usulan mengenai dua alternatif terbaik pada pemilik proyek.

Pada tahap-tahap rencana kerja terdapat keterkaitan satu dengan yang lainnya, misalnya bila pada tahap kreatif terdapat kekurangan data atau informasi,

maka tim rekayasa nilai harus melengkapi kekurangan tersebut pada tahap informasi terlebih dahulu.

5.1 Tahap Informasi

Informasi analisis keuntungan dan kerugian diperoleh dari kuisisioner oleh beberapa nara sumber. Kuisisioner tersebut berisi penilaian terhadap alternatif bahan dinding penahan tanah yaitu pasangan batu kali, geotekstil, beton, batubata, turap baja dan batako. Penilaiannya berdasarkan keahlian dan keilmuan masing-masing nara sumber atas beberapa kriteria yaitu biaya awal, kekuatan, biaya pemeliharaan, waktu pelaksanaan, ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan, kemungkinan diterapkan. Contoh kuisisioner secara lengkap terdapat pada lampiran. Diantara para nara sumber kuisisioner adalah:

Tabel 5.1 Nara sumber kuisisioner

No.	Nara Sumber	Jabatan
1	Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA	Dosen Teknik Sipil UII
2	Ir. Ilman Noor, MSCE	Dosen Teknik Sipil UII
3	Ir. Kasam, MT	Dosen Teknik Sipil UII
4	Ir. Ibnu Soedarmadji, MS	Dosen Teknik Sipil UII
5	Ir. Widodo	Staf Ahli PT. Intan
6	Ir. Fathurrohman, MS	Dosen Teknik Sipil UII
7	Ir. Balya Umar, MSc	Dosen Teknik Sipil UII
8	Ir. A. Halim Hasmar, MT	Dosen Teknik Sipil UII
9	Berlian Kushari, ST	Dosen Teknik Sipil UII
10	Ir. Harbi Hadi, MT	Dosen Teknik Sipil UII

5.2 Tahap Analisis Fungsi

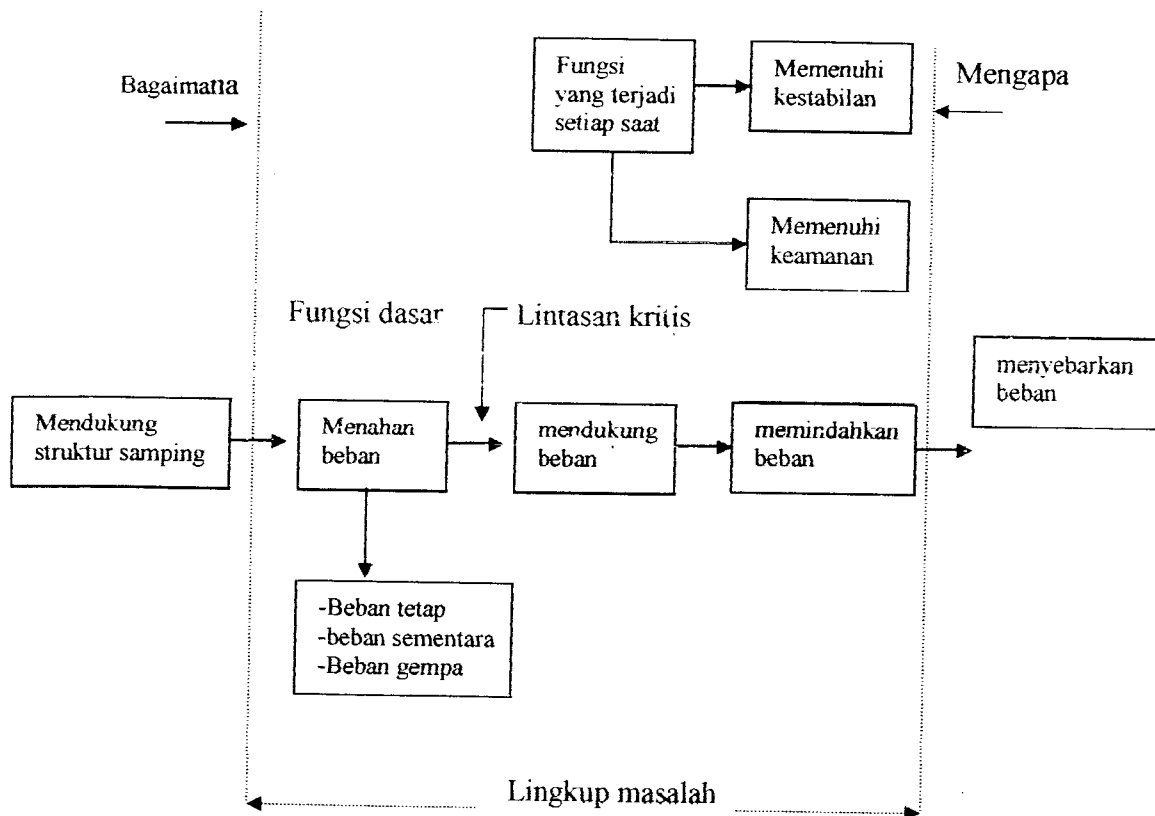
Pendekatan fungsional mengandung pengertian bahwa uraian, kajian dan analisis yang akan dilakukan terhadap suatu proyek akan mengacu pada aspek

fungsi dari proyek tersebut. Adapun analisis fungsi dinding penahan tanah dijelaskan pada tabel 5.2 berikut ini:

Tabel. 5.2 Analisa fungsi dinding penahan tanah

Item	Kata kerja	Kata benda	Fungsi dasar	Fungsi penunjang
Dinding penahan tanah	Menahan	Beban	Dasar	
	Mendukung	Beban		Penunjang
	Memindahkan	Beban		Penunjang

Untuk mendapatkan struktur fungsi dari dinding penahan tanah maka, agar lebih mudah untuk dipahami dapat dilihat pada diagram “FAST “ berikut ini :



Gambar 5.1 Diagram “FAST “ untuk dinding penahan tanah

5.3 Tahap Kreatif

Tahap ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, semakin banyak ide semakin baik. Ide-ide atau alternatif muncul berdasarkan analisis pembandingan terhadap kriteria yang relevan dan melekat pada obyek penelitian, yang mungkin dapat memenuhi fungsi utama yaitu menahan tanah. Ide-ide dari alternatif bahan usulan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.3 Ide alternatif dinding penahan tanah

No	Ide-ide kreatif
1	Dinding penahan tanah pasangan batu kali
2	Dinding penahan tanah geotekstil
3	Dinding penahan tanah beton
4	Dinding penahan tanah batu bata
5	Dinding penahan tanah turap baja
6	Dinding penahan tanah batako

5.4 Tahap Penilaian

5.4.1 Analisis Untung Rugi

Pada proses analisis ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan dan kerugian setiap alternatif terhadap beberapa kriteria, yaitu:

1. Biaya awal

Biaya awal adalah jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam memproduksi suatu produk, yang berkaitan langsung dengan produk yang akan dikerjakan. Biaya awal berkaitan langsung dengan biaya

bahan, biaya tenaga kerja dan pelaksanaan di lapangan. Biaya mempunyai pengertian yang bermacam-macam, dalam hal ini biaya dibedakan berdasarkan pemakaiannya (Iman Suharto, 1997).

2. Kekuatan dinding penahan tanah

Kekuatan dinding penahan tanah adalah kekuatan bahan bekerja sesuai kemampuannya masing-masing. Bahan yang bermutu baik adalah bahan yang telah terseleksi atau melalui proses pemilihan sesuai dengan standar atau peraturan yang telah ditentukan untuk masing-masing bahan.

3. Biaya pemeliharaan

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk keperluan perawatan selama umur rencana konstruksi. Sistem penilaiannya adalah semakin murah maka semakin menguntungkan.

4. Waktu pelaksanaan

Waktu pelaksanaan adalah waktu yang dibutuhkan untuk pembuatan dinding penahan tanah di lapangan. Sistem penilaiannya adalah semakin sedikit tahapan dalam pelaksanaan maka akan semakin sedikit menyita waktu sehingga semakin menguntungkan.

5. Ketersediaan material

Ketersediaan material adalah tersedianya suatu material penyusun dinding penahan tanah di suatu wilayah tertentu. Semakin banyak tersedia material maka semakin menguntungkan.

6. Kemudahan pelaksanaan

Kemudahan pelaksanaan berkaitan dengan kemudahan proses pelaksanaan, dari proses desain sampai dengan proses pelaksanaan di lapangan. Semakin mudah prosesnya maka semakin menguntungkan.

7. Kemungkinan diterapkan

Kemungkinan diterapkan berkaitan dengan kondisi lapangan seperti topografi, terhadap kemungkinan diterapkannya suatu bahan untuk pembuatan dinding penahan tanah. Semakin baik kondisi lapangan maka semakin menguntungkan.

Nilai kriteria diberikan secara rinci sebagai berikut:

1. Biaya awal	= 3
2. Kekuatan dinding penahan terhadap tekanan tanah	= 2
3. Biaya pemeliharaan	= 1
4. Waktu pelaksanaan	= 1
5. Ketersediaan material	= 1
6. Kemudahan pelaksanaan	= 1
7. Kemungkinan diterapkan	= 1
<hr/>	
Total	= 10

Kemudian dibandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteria berada dikolom keuntungan diberi positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan sebaliknya jika dalam kerugian mendapat nilai negatif (-). Setelah ide kreatif diberi nilai, lalu dijumlahkan. Jumlah nilai komponen/ide kreatif tersebut (-10) dan (+10).

Tabel analisis untung rugi dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut ini :

Tabel 5.4 Analisa untung rugi alternatif dinding penahan tanah usulan
Analisa Untung Rugi

No	Ide susulan	Faktor penilaian terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
1	Dinding penahan tanah pasangan batu kali	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 		10
2	Dinding penahan tanah geotekstil	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 	1
3	Dinding penahan tanah beton	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan 	<ul style="list-style-type: none"> - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - waktu pelaksanaan = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 	0

		= 1 - Kemungkinan diterapkan = 1			
4	Dinding penahan tanah batu bata	- Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1	- Biaya awal = 3 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1	- Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1	4
5	Turap baja	- Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1	- Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1	- Biaya awal = 3 - Kemudahan pelaksanaan = 1	2
6	Dinding penahan tanah batako	- Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan	- Biaya awal = 3 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan material = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1	- Kekuatan dinding penahan tanah = 2	6

		pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1	- Kemungkinan diterapkan = 1		
--	--	--	---------------------------------	--	--

Pada tabel 5.4 tersebut ide-ide ini dievaluasi dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan. Dengan memilih alternatif yang menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahapan ini yang terpilih sebagai alternatif bahan adalah (diurutkan berdasarkan nilai tertinggi) :

1. Dinding penahan tanah pasangan batu kali (+10)
2. Dinding penahan tanah pasangan batako (+6)
3. Dinding penahan tanah pasangan batu bata (+4)

Kemudian alternatif-alternatif tersebut diatas, diseleksi lagi pada analisis tingkat kelayakan.

5.4.2 Analisis Tingkat Kelayakan

Alternatif pilihan dinding penahan tanah yang dihasilkan dari analisis keuntungan dan kerugian di atas akan dianalisa lagi dengan proses analisis tingkat kelayakan, yang dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut ini:

Tabel 5.5 Analisis tingkat kelayakan dinding penahan tanah

Analisis Tingkat Kelayakan								
Item : dinding penahan tanah								
Fungsi : menerima, menahan beban								
Nilai rangking setiap ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel ini antara 1 – 5								
1 = rendah; 5 = tinggi								
A = Biaya awal								
B = Kekuatan dinding penahan tanah								
C = Biaya pemeliharaan								
D = Waktu pelaksanaan								
E = Ketersediaan material								
F = Kemudahan pelaksanaan								
G = Kemungkinan diterapkan								
Jenis dinding penahan tanah	A	B	C	D	E	F	G	Total
Pasangan batu kali	4	4	3	2	4	3	4	24
Pasangan batako	3	2	2	3	4	4	3	21
Pasangan batu bata	2	3	2	2	4	4	3	20

Jika kuisioner untuk keuntungan dari analisa untung rugi terisi : 1-2 = 1, 3-4 = 2, 5-6 = 3, 7-8 = 4, 9-10 = 5

Dari analisis tingkat kelayakan dapat dibuat kesimpulan bahwa dinding penahan tanah yang mempunyai rangking tertinggi adalah dinding penahan tanah pasangan batu kali, dinding penahan tanah pasangan batako dan pasangan batu-bata sebagai rangking kedua dan rangking ketiga.

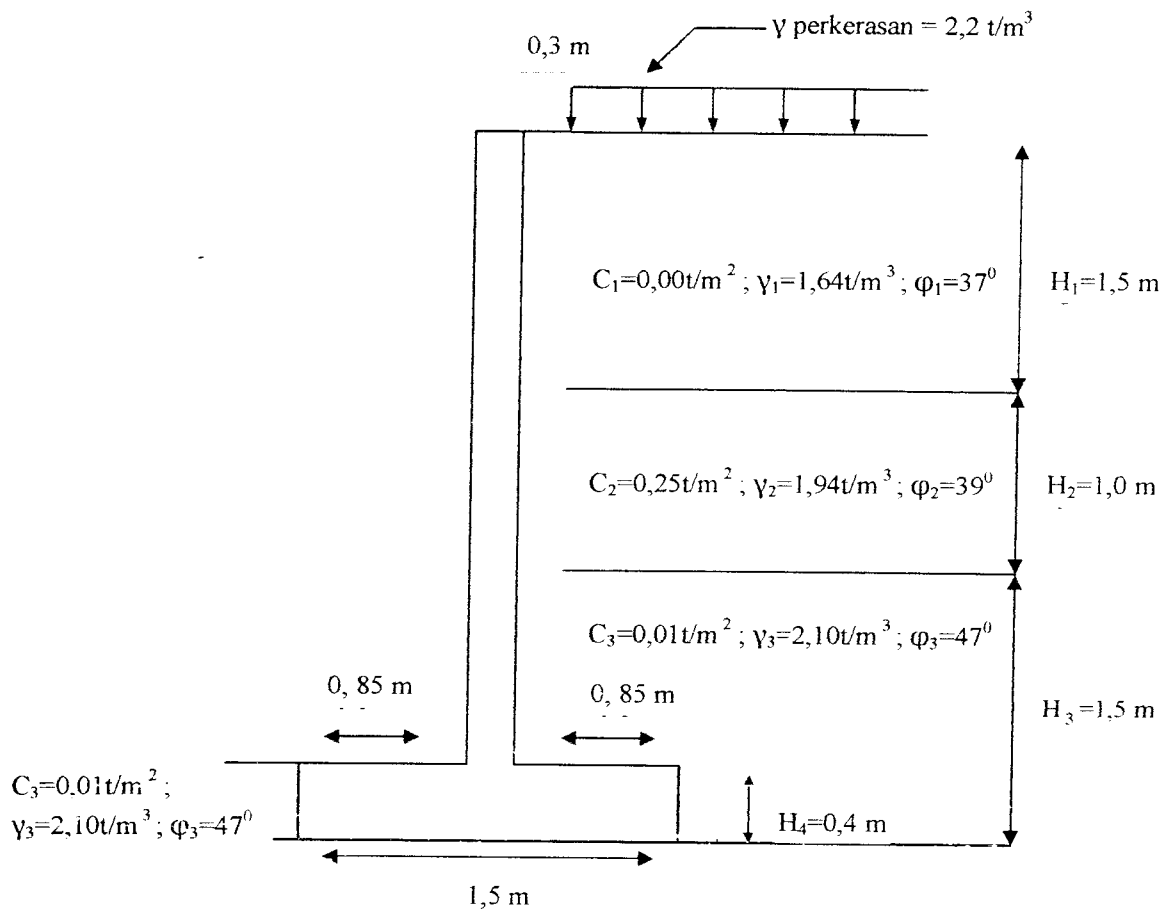
5.5 Tahap Pengembangan

5.5.1 Analisis Teknis

Perhitungan desain dinding penahan tanah dan rencana anggaran biayanya adalah:

Perhitungan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali (desain asli).

Data dimensi dan tanah:



Gambar 5.2 dinding penahan tanah pasangan batu kali

Rumus-rumus yang digunakan berdasarkan teori Rankine:

$$1. K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$2. K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

3. Tekanan tanah aktif akibat perkerasan.

$$Pa = q_{\text{perkerasan}} \times H \times K_a$$

4. Tekanan tanah aktif akibat tanah.

$$Pa = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times H^2 - 2 \times c \times H \times \sqrt{K_a + 2 \times \frac{c^2}{\gamma}}$$

5. Tekanan tanah aktif akibat tanah berkohesif.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2cxH \sqrt{K_a + 2xc^2/\gamma}$$

6. Tekanan tanah pasif akibat tanah berkohesif.

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p - 2cxH \sqrt{K_p + 2xc^2/\gamma}$$

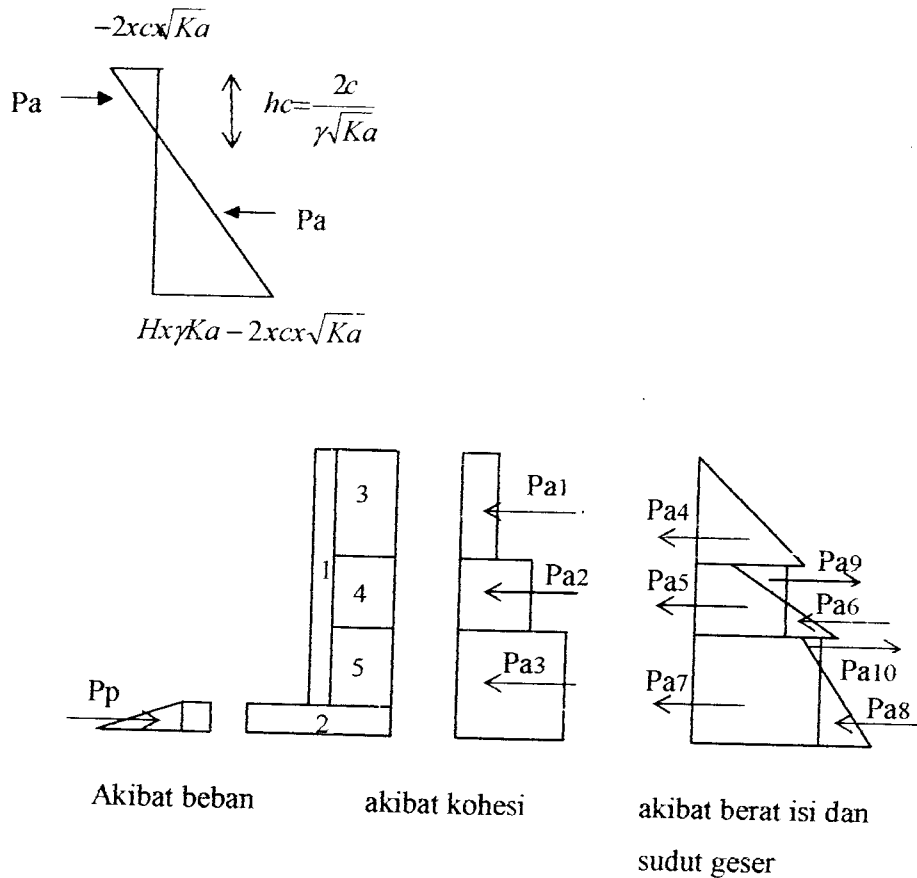
7. Perhitungan berat dinding penahan tanah dan tanah diatas dasar pondasi.

$$W = A \times \gamma \times l \text{ m'}$$

8. Momen.

$$M = P \times L$$

9. Diagram tekanan tanah aktif untuk tanah berkohesi.



Gambar 5.3 diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah

Dari data dan rumus diatas, maka dapat diketahui : takanan tanah, tinjauan gaya eksternal dan gaya internal serta stabilitas terhadap kuat dukung. Perhitungannya sebagai berikut :

data tanah

lapis	Hi	ci	yi	φi
1	1.5	0	1.64	37
2	1	0.25	1.94	39
3	1.5	0.01	2.1	47
4	0.4	0.01	2.1	47
2P	0.540346288	0.25	1.94	39
2Q	0.459653712	0.25	1.94	39
3R	0.024177599	0.01	2.1	47
3S	1.475822401	0.01	2.1	47

tabel data perkerasan dan k

q perkerasan	2.2
H perkerasan	0.3
ka1	0.248584
ka2	0.227506
ka3	0.155165
kp	6.444733

tabel P aktif dan Momen yang terjadi terhadap A

No	P aktif	panjang lengan terhadap A	M
1	0.246097784	3.25	0.799818
2	0.150153735	2	0.300307
3	0.153613808	0.75	0.11521
4	0.458636779	3	1.37591
5	0.559663921	2	1.119328
6	-0.077552834	1.653217904	-0.128212
7	0.451531497	0.75	0.338649
8	0.343225924	0.4919408	0.168847
9	0.0815452	2.319884571	0.189175
10	9.52965E-05	1.4919408	0.000142
ΣPa	2.367011109	ΣMa	4.279175

No	P pasif	panjang lengan terhadap A	M
1	1.114826805	0.133333333	0.148644
ΣPp	1.114826805	ΣMp	0.148644

tabel berat momen perlawanan dinding penahan tanah terhadap titik A, ditinjau 1.00 m tegak lurus bid. Gbr.

No	Berat (ton)	panjang lengan terhadap A	M
1	2.16	1	2.16
2	1.6	1	1.6
3	2.091	1.575	3.293325
4	1.649	1.575	2.597175
5	2.6775	1.575	4.217063
ΣV	10.1775	ΣMr	13.86756

tinjauan stabilitas terhadap gaya eksternal

stabilitas terhadap guling	
SF	3.35733119 aman
stabilitas terhadap geser	
SF	8.715995332 aman

tinjauan stabilitas terhadap daya dukung tanah (menurut Terzaghi)

φi = 47	dari tabel didapat,	Nc	229.63
		Nq	249.7
		Ny	619.23

Teg. Ult. Bruto	1510.131
Teg. Ult. netto	1509.291
Teg. Netto	503.097

Eksentrisitas dari titik A

X 0.956721289

e -0.043278711 < B/6 = 0.33

Tegangan yang diakibatkan dinding penahan tanah

Teg. Minimal 4.428046

Teg. Maksimal 5.749454

tinjauan stabilitas terhadap gaya internal

potongan b-b'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	0.75	0.184573
Pa4	0.458636779	0.5	0.229318
ΣPa	0.704734562	ΣMa	0.413892

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	0.9	0.15	0.135

x -0.309879697

e -0.459879697 < b/6 0.05

tegangan desak =	-15.59278	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	1.566077	tegangan geser ijin =	15	aman

potongan c-c'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	1.75	0.430671
Pa2	0.150153735	0.5	0.075077
Pa4	0.458636779	1.5	0.687955
Pa5	0.559663921	0.5	0.279832
Pa6	-0.077552834	0.1333	-0.010338
Pa9	0.0815452	0.819	0.066786
ΣPa	1.418544584	ΣMa	1.529983

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	1.5	0.15	0.225

x -0.869988562

e -1.019988562 < b/6 0.05

tegangan desak =	-83.99886	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	3.152321	tegangan geser ijin =	15	aman

potongan d-d'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	2.85	0.701379

Pa2	0.150153735	1.6	0.240246
Pa3	0.1024	0.55	0.05632
Pa4	0.458636779	2.6	1.192456
Pa5	0.559663921	1.6	0.895462
Pa6	-0.077552834	1.253	-0.097174
Pa7	0.3311	0.55	0.182105
Pa8	0.0433	0.186	0.008054
Pa9	0.0815452	1.919	0.156485
Pa10	-0.046506	0.919	0.156485
ΣPa	1.848838584	ΣMa	3.491818

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	2.16	0.15	0.324

x -1.466582469
e -1.616582469 < b/6 0.05

tegangan desak =	-203.9879	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	4.10853	tegangan geser ijin =	15	aman

Potongan d-d''

Superposisi tekanan telapak dinding penahan tanah

h1 4.869453618
h2 4.3077856
h3 -3.260356
h4 -3.821953618

Momen yang terjadi pada potongan d-d''

M 0.481666667

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext 7.225

Tegangan geser

D 8.915038924

Teg. Geser 14.85839821

Momen yang terjadi pada potongan d'-d'''

M -1.313055031

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext 19.69583255

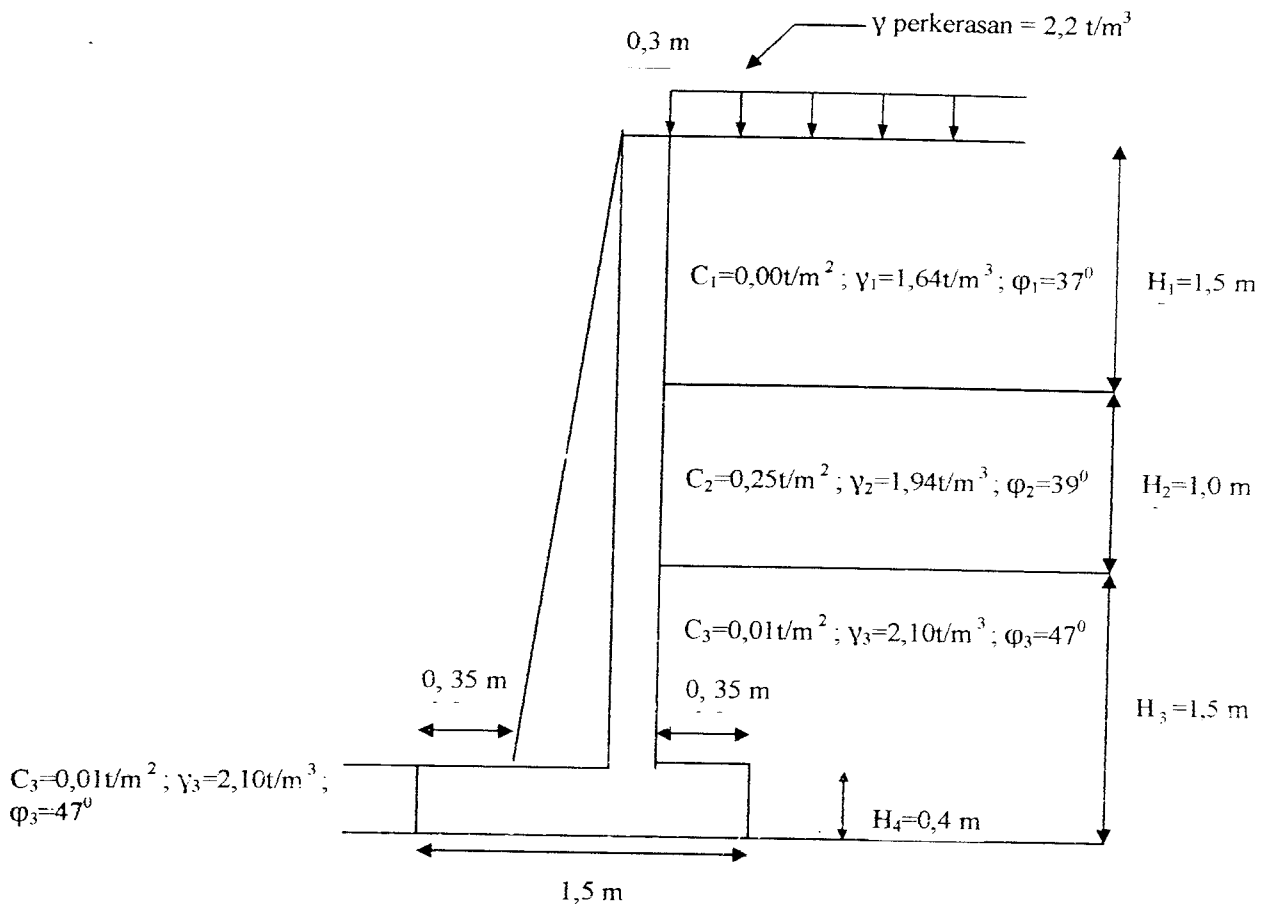
Tegangan geser

D -3.009981588

Teg. Geser -5.016635979

Perhitungan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batako

Data dimensi dan tanah:



Gambar 5.4 dinding penahan tanah pasangan batu kali

Rumus-rumus yang digunakan berdasarkan teori Rankine:

$$1. K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$2. K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

3. Tekanan tanah aktif akibat perkerasan.

$$P_a = q_{\text{perkerasan}} \times H \times K_a$$

4. Tekanan tanah aktif akibat tanah.

$$P_a = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times H^2 - 2 \times c \times H \times \sqrt{K_a + 2 \times \frac{c^2}{\gamma}}$$

5. Tekanan tanah aktif akibat tanah berkohesif.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2cxH \sqrt{K_a + 2xc^2/\gamma}$$

6. Tekanan tanah pasif akibat tanah berkohesif.

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p - 2cxH \sqrt{K_p + 2xc^2/\gamma}$$

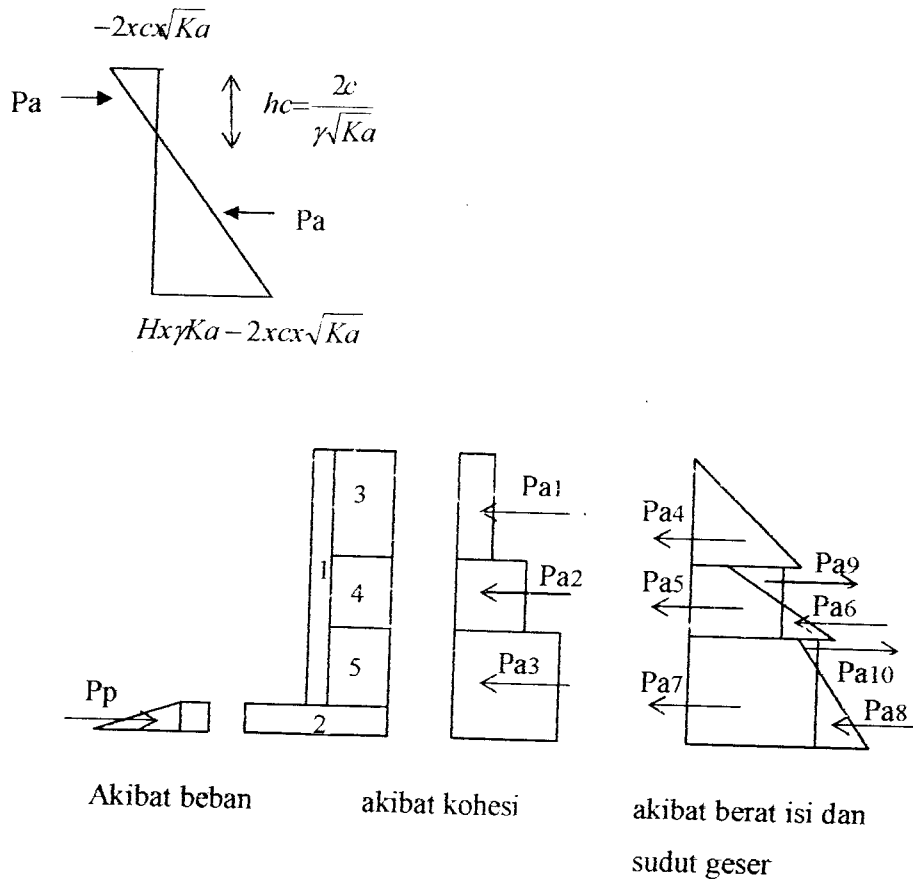
7. Perhitungan berat dinding penahan tanah dan tanah diatas dasar pondasi.

$$W = A \times \gamma \times 1 \text{ m}'$$

8. Momen.

$$M = P \times L$$

9. Diagram tekanan tanah aktif untuk tanah berkohesi.



Gambar 5.5 diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah

Dari data dan rumus diatas, maka dapat diketahui : takanan tanah, tinjauan gaya eksternal dan gaya internal serta stabilitas terhadap kuat dukung. Perhitungannya sebagai berikut :

data tanah

lapis	Hi	ci	yi	qi
1	1.5	0	1.64	37
2	1	0.25	1.94	39
3	1.5	0.01	2.1	47
4	0.4	0.01	2.1	47
2P	0.540346288	0.25	1.94	39
2Q	0.459653712	0.25	1.94	39
3R	0.024177599	0.01	2.1	47
3S	1.475822401	0.01	2.1	47

tabel data perkerasan dan k

q perkerasan	2.2
H perkerasan	0.3
ka1	0.24858362
ka2	0.227505659
ka3	0.155165463
kp	6.444733138

tabel P aktif dan Momen yang terjadi terhadap A

No	P aktif	panjang lengan terhadap A	M
1	0.246097784	3.25	0.799817797
2	0.150153735	2	0.30030747
3	0.153613808	0.75	0.115210356
4	0.458636779	3	1.375910336
5	0.559663921	2	1.119327841
6	-0.077552834	1.653217904	-0.128211734
7	0.451531497	0.75	0.338648623
8	0.343225924	0.4919408	0.168846836
9	0.0815452	2.319884571	0.189175451
10	9.52965E-05	1.4919408	0.000142177
ΣPa	2.367011109	ΣMa	4.279175153

No	P pasif	panjang lengan terhadap A	M
1	1.114826805	0.133333333	0.148643574
ΣPp	1.114826805	ΣMp	0.148643574

tabel berat momen perlawanan dinding penahan tanah terhadap titik A, ditinjau 1.00 m tegak lurus bid. Gbr

No	Berat (ton)	panjang lengan terhadap A	M
1	2.376	1	2.376
2	1.32	1	1.32
3	2.091	1.325	2.770575
4	1.649	1.325	2.184925
5	2.6775	1.325	3.5476875
6	1.98	0.683	1.35234
ΣV	12.0935	ΣMr	13.5515275

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	1.65	0.497	0.82005
	0.43375	0.231	0.10019625
	2.08375		0.92024625

$$\begin{array}{l}
 x \\
 e
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 -0.292615042 \\
 -0.442615042
 \end{array}
 <
 \begin{array}{l}
 b/6 \\
 0.05
 \end{array}$$

Teg. desak	-33.70327288	tegangan desak ijin	152	aman
Teg. geser	3.152321297	tegangan geser ijin	15	aman

potongan d-d'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	2.85	0.701378684
Pa2	0.150153735	1.6	0.240245976
Pa3	0.1024	0.55	0.05632
Pa4	0.458636779	2.6	1.192455625
Pa5	0.559663921	1.6	0.895462273
Pa6	-0.077552834	1.253	-0.097173701
Pa7	0.3311	0.55	0.182105
Pa8	0.0433	0.186	0.0080538
Pa9	0.0815452	1.919	0.156485239
Pa10	-0.046506	0.919	0.156485239
ΣPa	1.848838584	ΣMa	3.491818133

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	2.376	0.65	1.5444
	0.9	0.333	0.2997
	3.276		1.8441

$$\begin{array}{l}
 x \\
 e
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 -0.502966463 \\
 -0.652966463
 \end{array}
 <
 \begin{array}{l}
 b/6 \\
 0.05
 \end{array}$$

Teg. desak	-98.92787555	tegangan desak ijin	152	aman
Teg. geser	4.108530186	tegangan geser ijin	15	aman

Potongan d-d''

Superposisi tekanan telapak dinding penahan tanah

h1	9.175506118
h2	7.305
h3	-4.341
h4	-6.212006118

Momen yang terjadi pada potongan d-d''

M 0.52381025

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext 7.857153747

Tegangan geser

D 2.884088571

Teg. Geser 4.806814284

Momen yang terjadi pada potongan d'-d'''

M -0.342285666

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext -5.134284997

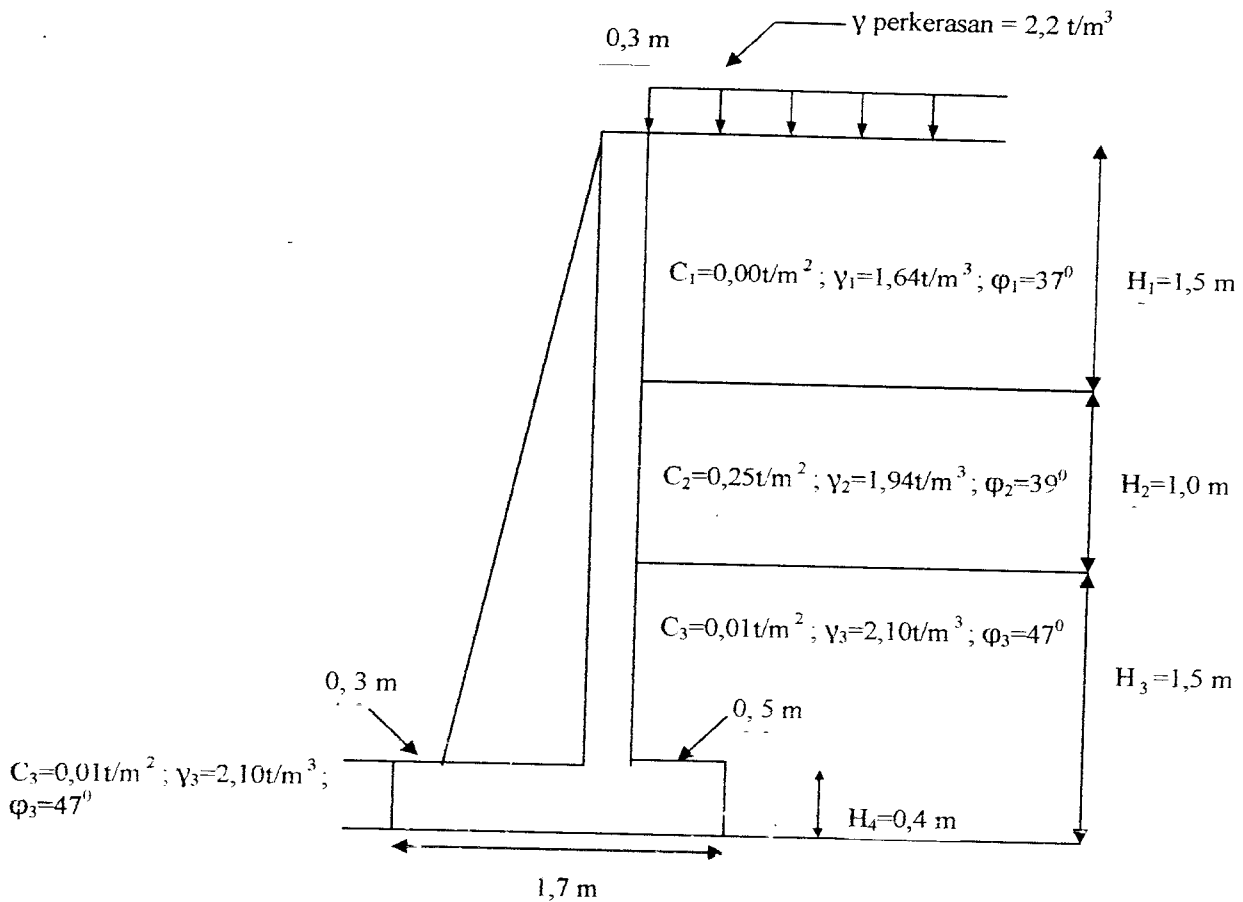
Tegangan geser

D -1.846776071

Teg. Geser -3.077960118

Perhitungan Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu bata

Data dimensi dan tanah:



Gambar 5.6 dinding penahan tanah pasangan batu kali

Rumus-rumus yang digunakan berdasarkan teori Rankine:

$$1. K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$2. K_p = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

3. Tekanan tanah aktif akibat perkerasan.

$$F_a = q_{\text{perkerasan}} \times H \times K_a$$

4. Tekanan tanah aktif akibat tanah.

$$P_a = \frac{1}{2} \times K_a \times \gamma \times H^2 - 2 \times c \times H \times \sqrt{K_a + \frac{2c^2}{\gamma}}$$

5. Tekanan tanah aktif akibat tanah berkohesif.

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2cxH \sqrt{K_a + 2xc^2/\gamma}$$

6. Tekanan tanah pasif akibat tanah berkohesif.

$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p - 2cxH \sqrt{K_p + 2xc^2/\gamma}$$

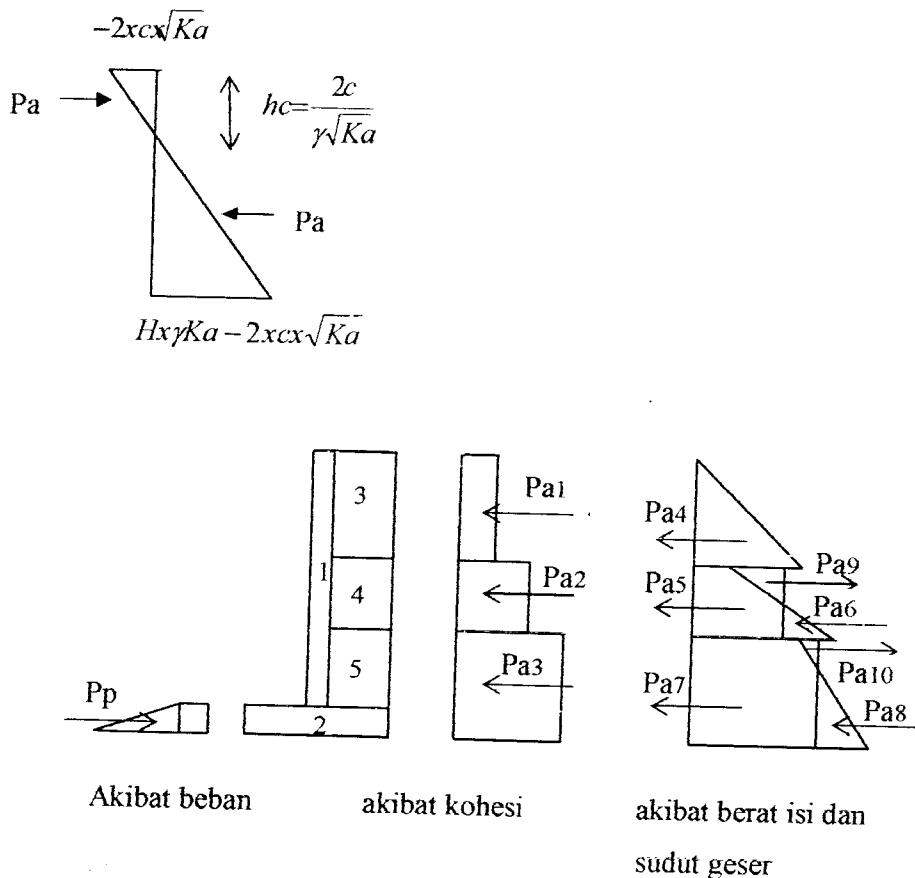
7. Perhitungan berat dinding penahan tanah dan tanah diatas dasar pondasi.

$$W = A \times \gamma \times 1 \text{ m}$$

8. Momen.

$$M = P \times L$$

9. Diagram tekanan tanah aktif untuk tanah berkohesi.



Gambar 5.7 diagram tekanan tanah dan berat dinding penahan tanah

Dari data dan rumus diatas, maka dapat diketahui : takanan tanah, tinjauan gaya eksternal dan gaya internal serta stabilitas terhadap kuat dukung. Perhitungannya sebagai berikut :

data tanah

lapis	Hi	ci	yi	ϕ_i
1	1.5	0	1.64	37
2	1	0.25	1.94	39
3	1.5	0.01	2.1	47
4	0.4	0.01	2.1	47
2P	0.540346288	0.25	1.94	39
2Q	0.459653712	0.25	1.94	39
3R	0.024177599	0.01	2.1	47
3S	1.475822401	0.01	2.1	47

tabel data perkerasan dan k

q perkerasan	2.2
H perkerasan	0.3
ka1	0.248584
ka2	0.227506
ka3	0.155165
kp	6.444733

tabel P aktif dan Momen yang terjadi terhadap A

No	P aktif	panjang lengan terhadap A	M
1	0.246097784	3.25	0.799818
2	0.150153735	2	0.300307
3	0.153613808	0.75	0.11521
4	0.458636779	3	1.37591
5	0.559663921	2	1.119328
6	-0.077552834	1.653217904	-0.128212
7	0.451531497	0.75	0.338649
8	0.343225924	0.4919408	0.168847
9	0.0815452	2.319884571	0.189175
10	9.52965E-05	1.4919408	0.000142
ΣPa	2.367011109	ΣMa	4.279175

No	P pasif	panjang lengan terhadap A	M
1	1.114826805	0.133333333	0.148644
ΣPp	1.114826805	ΣMp	0.148644

tabel berat momen perlawanan dinding penahan tanah terhadap titik A, ditinjau 1.00 m tegak lurus bid. Gbr.

No	Berat (ton)	panjang lengan terhadap A	M
1	2.376	1.05	2.4948
2	1.496	0.85	1.2716
3	2.091	1.45	3.03195
4	1.649	1.45	2.39105
5	2.6775	1.45	3.882375
6	1.08	0.7	0.756
ΣV	11.3695	ΣMr	13.82778

tinjauan stabilitas terhadap gaya eksternal

stabilitas terhadap guling		
SF	3.347698653	aman
stabilitas terhadap geser		
SF	9.736822296	aman

tinjauan stabilitas terhadap daya dukung tanah (menurut Terzaghi)

$\phi = 47$	dari tabel didapat,	Nc	229.63
		Nq	249.7
		Ny	619.23

Teg. Ult. Bruto	1315.074
Teg. Ult. netto	1314.234
Teg. Netto	438.0779

Eksentrisitas dari titik A

X 0.852917316

e -0.147082684 < B/6 = 0.33

Tegangan yang diakibatkan dinding penahan tanah

Teg. Minimal 2.733709

Teg. Maksimal 8.635791

tinjauan stabilitas terhadap gaya internal
potongan b-b'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	0.75	0.184573
Pa4	0.458636779	0.5	0.229318
ΣPa	0.704734562	ΣMa	0.413892

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	0.99	0.4	0.396
	0.4125	0.167	0.068888
	1.4025		0.464888

x 0.036360622

e -0.113639378 < b/6 0.05

tegangan desak =	3.561486	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	0.854224	tegangan geser ijin =	15	aman

potongan c-c'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	1.75	0.430671
Pa2	0.150153735	0.5	0.075077
Pa4	0.458636779	1.5	0.687955
Pa5	0.559663921	0.5	0.279832
Pa6	-0.077552834	0.1333	-0.010338
Pa9	0.0815452	0.819	0.066786
ΣPa	1.418544584	ΣMa	1.529983

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	1.65	0.7167	1.182555
	1.145925	0.278	0.318567
	2.795925		1.501122

x -0.010322413

e -0.160322413 < b/6 0.05

tegangan desak =	3.56399	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	3.152321	tegangan geser ijin =	15	aman

potongan d-d'

	Pa	panjang lengan	Momen
Pa1	0.246097784	2.85	0.701379
Pa2	0.150153735	1.6	0.240246
Pa3	0.1024	0.55	0.05632
Pa4	0.458636779	2.6	1.192456
Pa5	0.559663921	1.6	0.895462
Pa6	-0.077552834	1.253	-0.097174
Pa7	0.3311	0.55	0.182105
Pa8	0.0433	0.186	0.008054
Pa9	0.0815452	1.919	0.156485
Pa10	-0.046506	0.919	0.156485
ΣPa	1.848838584	ΣMa	3.491818

	berat dinding	panjang lengan	Momen
W	2.376	0.75	1.782
	2.376	0.4	0.9504
	4.752		2.7324

x -0.159810213
e -0.309810213 < b/6 0.05

tegangan desak =	-0.34532	tegangan desak ijin =	152	aman
tegangan geser =	1.36951	tegangan geser ijin =	15	aman

Potongan d-d''

Superposisi tekanan telapak dinding penahan tanah

h1 7.755791021
h2 6.019
h3 -4.475
h4 -5.516291021

Momen yang terjadi pada potongan d-d''

M 0.399321269

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext 5.989819041

Tegangan geser

D 2.066218653

Teg. Geser 3.443697755

Momen yang terjadi pada potongan d'-d'''

M -0.646149252

Tegangan yang terjadi

Teg. Ext -9.692238776

Tegangan geser

D -2.497822755

Teg. Geser -4.163037925

RAB Pasangan batu kali

1 m3	Galian tanah <1m dalamnya			
0.75	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 9.000
0.025	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 400
			Jumlah seluruh =	Rp 9.400
1 m3	Galian tanah >1m dalamnya			
0.15	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 1.800
0.0075	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 120
			Jumlah seluruh =	Rp 1.920
1 m3	Urugan tanah kembali			
0.192	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 2.304
0.019	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 304
			Jumlah seluruh =	Rp 2.608
1 m3	Pasangan batu kali camp. 1Pc:3Kp:10Ps			
1.1	Batu kali (m3)	@ Rp	35.000	Rp 38.500
61	Portland cement (kg)	@ Rp	550	Rp 33.550
0.492	Pasir pasang (m3)	@ Rp	40.000	Rp 19.680
0.147	Kapur (m3)	@ Rp	82.500	Rp 12127.50
				Rp 103.858
1.5	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 18.000
0.6	Tukang batu	@ Rp	15.000	Rp 9.000
0.06	Kep. Tukang batu	@ Rp	16.500	Rp 990
0.075	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 1.200
				Rp 29.190
			Jumlah seluruh =	Rp 133.048
1m3	Kolom praktis 12/12 beton bertulang			
0.4	kayu ierentang (m 3)	@ Rp	450.000	Rp 180.000
4	paku biasa 2"-5"(kg)	@ Rp	5.000	Rp 20.000
301.3	besi beton polos (kg)	@ Rp	4.000	Rp 1.205.200
4.5	kawat beton (kg)	@ Rp	6.500	Rp 29.250
323	pc (kg)	@ Rp	550	Rp 177.650
0.52	pasir beton (m3)	@ Rp	40.000	Rp 20.800
0.78	korol beton (m3)	@ Rp	50.000	Rp 39.000
				Rp 1.671.900
0.35	tukang batu	@ Rp	15.000	Rp 5.250
3.3	tukang kayu	@ Rp	15.000	Rp 49.500
2.1	tukang besi	@ Rp	15.000	Rp 31.500
0.57	kep. Tukang batu	@ Rp	16.500	Rp 9.405
7.3	pekerja	@ Rp	12.000	Rp 87.600
0.25	mandor	@ Rp	16.000	Rp 4.000
				Rp 187.255
			Jumlah seluruh =	Rp 1.859.155
1 m2	Plesteran Camp. 1Pc:3Kp:10Ps			
1.84	Portland Cemen (kg)	@ Rp	550	Rp 1.012
0.006	Kapur (m3)	@ Rp	82.500	Rp 495
0.014	Pasir pasang (m3)	@ Rp	40.000	Rp 560
				Rp 2.067

0.015	Kep. Tukang batu	@ Rp	16.500	Rp	248
0.15	Tukang batu	@ Rp	15.000	Rp	2.250
0.2	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp	2.400
0.01	Mandor	@ Rp	16.000	Rp	160
				Rp	5.058
		Jumlah seluruh =	Rp		7.125

Vol.galian (m3)<1m

< 1m	L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
	0.85	1	350	297.5	Rp 9.400	Rp 2.796.500
> 1m	0.85	1	350	297.5	Rp 1.920	Rp 2.798.420
	0.85	1	350	297.5	Rp 1.920	Rp 2.800.340
	0.85	0.6	350	178.5	Rp 1.920	Rp 2.802.260
	2	0.4	350	280	Rp 1.920	Rp 2.804.180
	Jumlah					

Vol. urugan (m3)

L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
0.85	3.6	350	1071	Rp 2.608	Rp 2.793.168

Vol. pas. Batu kali (m3)

L	T	P	Volume (m3)
0.3	3.6	350	378
0.4	2	350	280
Jumlah			658

Vol. (m3)	@	harga (Rp)
658	Rp 103.858	Rp 68.338.235

Vol. pekerja (org)

Vol. (m3)	@	harga (Rp)
658	Rp 29.190	Rp 19.207.020

Vol. kolom praktis (m3)

P	p	jml. Kolom (buah)
350	4	87.5

Vol. 1 kolom praktis (m3)

P	L	T	Volume (m3)
0.12	0.12	4	0.0576

harga kolom praktis

∑ kolom	Vol. 1 kolom	Vol. total (m3)	@	harga (Rp)
87.5	0.0576	5.04	Rp1.370.600	Rp6.907.824

Vol. pekerja (org) 5.04 Rp 186.400 Rp 939.456

Vol. plesteran (m2)

L	P	A (m2)
0.3	350	105
jumlah		105

A (m2)	@	harga (Rp)
105	Rp 2.067	Rp 217.035

Vol. pekerja (org)

A (m2)	@	harga (Rp)
105	Rp 5.035	Rp 528.675

Total biaya Rp 106.025.289

RAB Pasangan Batako

1 m3	Galian tanah <1m dalamnya	@ Rp 12.000	Rp 9.000
0.75	Pekerja	@ Rp 16.000	Rp 400
0.025	Mandor		
		Jumlah seluruh =	Rp 9.400
1 m3	Galian tanah >1m dalamnya	@ Rp 12.000	Rp 1.800
0.15	Pekerja	@ Rp 16.000	Rp 120
0.0075	Mandor		
		Jumlah seluruh =	Rp 1.920
1 m3	Urugan tanah kembali	@ Rp 12.000	Rp 2.304
0.192	Pekerja	@ Rp 16.000	Rp 304
0.019	Mandor		
		Jumlah seluruh =	Rp 2.608
70	Batako	@ Rp 1.200	Rp 84.000
61	Portland cement (kg)	@ Rp 550	Rp 33.550
0.382	Pasir pasang (m3)	@ Rp 40.000	Rp 15.280
0.115	Kapur (kg)	@ Rp 82.500	Rp 9.488
			Rp 142.318
1.5	Pekerja	@ Rp 12.000	Rp 18.000
0.6	Tukang batu	@ Rp 15.000	Rp 9.000
0.06	Kep. Tukang batu	@ Rp 16.500	Rp 990
0.075	Mandor	@ Rp 16.000	Rp 1.200
			Rp 29.190
		Jumlah seluruh =	Rp 171.508
1m3	Kolom praktis 12/12 beton bertulang	@ Rp 450.000	Rp 180.000
0.4	kayu terentang (m 3)	@ Rp 5.000	Rp 20.000
4	paku biasa 2"-5"(kg)	@ Rp 4.000	Rp 1.205.200
301.3	besi beton polos (kg)	@ Rp 6.500	Rp 29.250
4.5	kawat beton (kg)	@ Rp 550	Rp 177.650
323	pc (kg)	@ Rp 40.000	Rp 20.800
0.52	pasir beton (m3)	@ Rp 50.000	Rp 39.000
0.78	korat beton (m3)		Rp 1.671.900
0.35	tukang batu	@ Rp 15.000	Rp 5.250
3.3	tukang kayu	@ Rp 15.000	Rp 49.500
2.1	tukang besi	@ Rp 15.000	Rp 31.500
0.57	kep. Tukang batu	@ Rp 16.500	Rp 9.405

7.3	pekerja	@ Rp	12.000	Rp	87.600
0.25	mandor	@ Rp	16.000	Rp	4.000
				Rp	187.255
Jumlah seluruh = Rp 1.859.155					
1 m2	Plesteran Camp. 1Pc:3Kp:10Ps	@ Rp	550	Rp	1.012
1.84	Portland Cemen (kg)	@ Rp	82.500	Rp	495
0.006	Kapur (m3)	@ Rp	40.000	Rp	560
0.014	Pasir pasang (m3)			Rp	2.067
0.015	Kep. Tukang batu	@ Rp	16.500	Rp	248
0.15	Tukang batu	@ Rp	15.000	Rp	2.250
0.2	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp	2.400
0.01	Mandor	@ Rp	16.000	Rp	160
				Rp	5.058
Jumlah seluruh = Rp 7.125					

Vol.galian (m3)<1m

< 1m	L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
	0.85	1	350	297.5	Rp 9.400	Rp 2.796.500
> 1m	0.85	1	350	297.5	Rp 1.920	Rp 2.798.420
	0.85	1	350	297.5	Rp 1.920	Rp 2.800.340
	0.85	0.6	350	178.5	Rp 1.920	Rp 2.802.260
	2	0.4	350	280	Rp 1.920	Rp 2.804.180
	Jumlah					

Vol. urugan (m3)

L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
0.35	3.6	350	441	Rp 2.608	Rp 1.150.128

Vol. pas. Batako (m3)

L	T	P	Volume (M3)
0.3	3.6	350	378
0.4	1.5	350	210
0.25	3.6	350	315
jumlah			903

Vol. (m3)	@	harga (Rp)
903	Rp 142.318	Rp 128.512.703

Vol. pekerja (org)

Vol. (M3)	@	harga (Rp)
903	Rp 29.190	Rp 26.358.570

Vol. 1 kolom praktis (m3)

P	L	T	Volume (m3)
0.12	0.12	4	0.0576

harga kolom praktis

Σ kolom	Vol. 1 kolom	Vol. total (m3)	@	harga (Rp)
87.5	0.0576	5.04	Rp1.370.600	Rp6.907.824
	Vol. pekerja (org)	5.04	Rp 186.400	Rp 939.456

Vol. plesteran (m2)

L	P	A (m2)
0.3	350	105
0.3	350	105
3.65	350	1277.5
jumlah		1487.5

A (m2)	@	harga (Rp)
1487.5	Rp 2.067	Rp 3.074.663

Vol. pekerja (org)

A (m2)	@	harga (Rp)
1487.5	Rp 5.058	Rp 7.523.031

Total biaya Rp 174.466.374

RAB Pasangan Batu Bata

1 m3	Galian tanah <1m dalamnya			
0.75	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 9.000
0.025	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 400
		Jumlah seluruh =	Rp	9.400
1 m3	Galian tanah >1m dalamnya			
0.15	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 1.800
0.0075	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 120
		Jumlah seluruh =	Rp	1.920
1 m3	urugan tanah kembali			
0.192	pekerja	@ Rp	12.000	Rp 2.304
0.019	mandor	@ Rp	16.000	Rp 304
		Jumlah seluruh =	Rp	2.608
1(m3)	Batu bata camp. 1Pc:3Kp:10Ps			
600	Batu bata (bj)	@ Rp	170	Rp 102.000
61	Portland cement (kg)	@ Rp	550	Rp 33.550
0.382	Pasir pasang (m3)	@ Rp	40.000	Rp 15.280
0.115	Kapur (m3)	@ Rp	82.500	Rp 9487.50.00
				Rp 160.318
1.5	Pekerja	@ Rp	12.000	Rp 18.000
0.6	Tukang batu	@ Rp	15.000	Rp 9.000
0.06	Kep. Tukang batu	@ Rp	16.500	Rp 990
0.075	Mandor	@ Rp	16.000	Rp 1.200
				Rp 29.190
		Jumlah seluruh =	Rp	189.508

1m3	Kolom praktis 12/12 beton bertulang					
0.4	kayu terentang (m 3)	@	Rp 450.000	Rp	180.000	
4	paku biasa 2"-5"(kg)	@	Rp 5.000	Rp	20.000	
301.3	besi beton polos (kg)	@	Rp 4.000	Rp	1.205.200	
4.5	kawat beton (kg)	@	Rp 6.500	Rp	29.250	
323	pc (kg)	@	Rp 550	Rp	177.650	
0.52	pasir beton (m3)	@	Rp 40.000	Rp	20.800	
0.76	korai beton (m3)	@	Rp 50.000	Rp	39.000	
				Rp	1.671.900	
0.35	tukang batu	@	Rp 15.000	Rp	5.250	
3.3	tukang kayu	@	Rp 15.000	Rp	49.500	
2.1	tukang besi	@	Rp 15.000	Rp	31.500	
0.57	kep. Tukang batu	@	Rp 16.500	Rp	9.405	
7.3	pekerja	@	Rp 12.000	Rp	87.600	
0.25	mandor	@	Rp 16.000	Rp	4.000	
				Rp	187.255	
			Jumlah seluruh =	Rp	1.859.155	
1 m2	Plesteran Camp. 1Pc:3Kp:10Ps					
1.84	Portland Cemen (kg)	@	Rp 550	Rp	1.012	
0.006	Kapur (m3)	@	Rp 82.500	Rp	495	
0.014	Pasir pasang (m3)	@	Rp 40.000	Rp	560	
				Rp	2.067	
0.015	Kep. Tukang batu	@	Rp 16.500	Rp	248	
0.15	Tukang batu	@	Rp 15.000	Rp	2.250	
0.2	Pekerja	@	Rp 12.000	Rp	2.400	
0.01	Mandor	@	Rp 16.000	Rp	160	
				Rp	5.058	
			Jumlah seluruh =	Rp	7.125	

Vol.galian (m3)<1m

< 1m	L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
	0.5	1	350	175	Rp 9.400	Rp 1.645.000
> 1m	0.5	1	350	175	Rp 1.920	Rp 1.645.000
	0.5	1	350	175	Rp 1.920	Rp 1.645.000
	0.5	0.6	350	105	Rp 1.920	Rp 1.645.000
	1.7	0.4	350	238	Rp 1.920	Rp 1.645.000
				Jumlah		Rp 8.225.000

Vol. urugan (m3)

L	T	P	Volume (m3)	@	harga (Rp)
0.5	3.6	350	630	Rp 2.608	Rp 1.643.040

Vol. pas. Batu bata (m3)

L	T	P	Volume (m3)
0.3	3.6	350	378
0.4	1.7	350	238
0.355	3.6	350	447.3
		Jumlah	1063.3

5.5.2 Perhitungan Biaya Siklus Hidup

1. Biaya Awal

Biaya awal untuk melaksanakan pembangunan dari ketiga desain dapat dilihat pada tabel 5.6 di bawah ini :

Tabel 5.6 Tabel biaya pembangunan dinding penahan tanah

Model biaya awal hasil desain		Tahap pengembangan	
Sistem : Dinding penahan tanah			
Fungsi : menahan tanah			
Item	Pasangan batu kali	Pasangan batako	Pasangan batu bata
Total	Rp 106.025.289,00	Rp 174.466.374,00	Rp 202.660.106,00

Dari hasil analisis biaya diatas dapat dicari rasio fungsi utama dengan analisis fungsi dari masing-masing alternatif bahan dinding penahan tanah. *Ratio* dari sistem dinding penahan tanah dapat dicari dengan membandingkan *cost* dan *worth* dari ketiga alternatif tersebut.

Hasil analisis biaya awal dari ketiga alternatif bahan dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

- alternatif 1 : Rp 106.025.289,00
- alternatif 2 : Rp 174.466.374,00
- alternatif 3 : Rp 202.660.106,00

Biaya diasumsikan sebagai *worth*. Biaya untuk dinding penahan tanah pada proyek perumahan Taman Siswa Indah adalah Rp Rp 124.733.801,00 dianggap sebagai *cost*. Maka *ratio* fungsi utama dinding penahan tanah adalah sebagai berikut :

Untuk desain asli,

$$\text{Ratio} = \frac{131.901.608}{113.223.809} = 1,165 \quad \text{ratio 1 s/d 2, kecil kemungkinan terjadi}$$

penghematan pada proyek tersebut jika dilakukan analisis nilai.

Untuk alternatif 1,

$$\text{Ratio} = \frac{131.901.608}{174.378.726} = 0,756 < 1$$

Alternatif 2

$$\text{Ratio} = \frac{131.901.608}{202.607.438} = 0,651 < 1$$

Dalam rekayasa nilai, ratio < 1, berarti : sesuatu yang tidak mungkin, karena biaya yang dikeluarkan tidak memenuhi fungsi yang dibutuhkan.

2. Biaya pemeliharaan dan penggantian

Pada studi ini faktor biaya pemeliharaan dianggap Rp 0 karena pada dinding penahan tanah tidak berlaku pemeliharaan struktur dinding penahan tanah sehingga komponen biaya dianggap nol. Sedangkan biaya penggantian diasumsikan 3 % dari biaya awal setiap 5 tahun sekali.

- Biaya penggantian desain asli (20 tahun) sebagai berikut :

$$3 \% \times \text{Rp } 106.025.289,00 = \text{Rp } 3.180.758,67$$

$$Pv = 3.180.758,67 (P/A, 15\%, 20) + 106.025.289,00$$

$$= 169.640.780,5$$

- Biaya penggantian alternatif 1 (20 tahun),

$$3\% \times \text{Rp } 174.446.674,00 = \text{Rp } 5.233.991,22$$

$$Pv = 5.233.991,22 (P/A, 15\%, 20) + 174.446.674,00$$

$$= 279.146.721,8$$

- Biaya penggantian alternatif 2 (20 tahun),
 $3\% \times \text{Rp } 202.660.106,00 = \text{Rp } 6.079.803,18$
 $P_v = 6.078.223,14 (P/A, 15\%, 20) + 202.660.106,00$
 $= 324.225.176,6$

3. Umur konstruksi

Pada studi ini proyek dianggap atau diasumsikan akan dapat digunakan selama 20 tahun.

4. Tingkat bunga

Pada proyek ini diasumsikan tingkat bunga pinjaman adalah 15 % pertahun dengan jangka waktu pengembalian 20 tahun.

5. Nilai sisa (*Salvage Value*) jika ada

Pada proyek ini diasumsikan nilai sisa dari item tersebut adalah 0 % dari nilai asal karena secara kenyataan dinding penahan tanah tidak mungkin untuk dijual kembali untuk instalasi kembali sehingga tidak ada nilai sisa lagi.

Dalam perhitungan biaya siklus hidup ini didapat perbandingan biaya antara biaya asal dengan biaya alternatif (usulan) sedang faktor inflasi tidak diperhitungkan dalam analisis ini.

Tahapan perhitungan tersebut dapat dibagi dalam empat langkah yaitu:

4. Biaya inisial (awal) = biaya asal – biaya alternatif.
5. Biaya penggantian = biaya asal – biaya alternatif.
6. Nilai sisa = nilai akhir dari suatu proyek.
7. Kemudian dicari biaya annual kepemilikan dan operasi (*Owning and operating Cost*) yang biasa disebut dengan *Life Cycle Cost*.

5.5.3 Perhitungan penghematan dan *life cycle cost*

Dari data diketahui bunga pinjaman sebesar 15 % dan umur manfaat dinding penahan tanah 20 tahun. Dari data tersebut dapat dihitung *Capital Recovery Factor* (CRF) yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang (Imam Soeharto), sebesar :

$$\begin{aligned} \text{CRF} &= \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \\ &= \frac{15\%(1+15\%)^{20}}{(1+15\%)^{20} - 1} \\ &= 0.1598 \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Biaya siklus hidup

	Desain asli	Alternatif 1	Alternatif 2
CRF x Inisial Cost	Rp 16.942.841,18	Rp 27.879.726.57	Rp 32.385.084.94
Biaya penggantian	Rp 169.640.780,5	Rp 279.146.721,8	Rp 324.225.176.6
Total annual cost	Rp 186.583.621,7	Rp 307.026.448,4	Rp 356.610.261,5
Nilai sisa (Salvage Value)	Rp 0	Rp 0	Rp 0
Netto nilai annual biaya kepemilikan dan operasi	Rp 186.583.621,7	Rp 307.026.448,4	Rp 356.610.261,5

Dalam studi rekayasa nilai ini tidak terjadi penghematan kerana biaya awal alternatif 1 dan alternatif 2 lebih besar dari desain asli. Dalam hal ini justru

yang terjadi adalah pembengkakan biaya. Besarnya pembengkakan biaya adalah sebagai berikut :

Untuk alternatif 1 = Rp 307.026.448,4 - Rp 186.583.621,7
= Rp 120.442.826,7

Untuk alternatif 2 = Rp 356.610.261,5 - Rp 186.583.621,7
= Rp 170.026.639,8

5.6 Tahap Presentasi

Tahap presentasi berguna untuk melaporkan dan mempresentasikan hasil rekayasa nilai dengan merekomendasikan alternatif pilihan berdasarkan hasil dari tahap penilaian dan pengembangan. Rekomendasi dinding penahan tanah pilihan dapat dilihat pada proposal sebagai berikut:

Proposal Rekayasa Nilai	Tanggal:
Perencanaan Dinding Penahan Tanah	
I. Umum	
<p>Pada studi rekayasa nilai ini dibahas pekerjaan dinding penahan tanah dari alternatif bahan yang terbaik, yang memenuhi fungsi utama yaitu menahan beban dan penghematan biaya. Pemilihan alternatif bahan tersebut dilakukan dengan rencana kerja rekayasa nilai, yang berdasarkan informasi berbagai sumber dan teruji oleh beberapa kriteria yaitu biaya awal, kekuatan dinding penahan tanah, biaya pemeliharaan, waktu pelaksanaan, ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan dan kemungkinan diterapkan. Kriteria tersebut sebagai parameter pada penilaian untung rugi dan penilaian kelayakan. Setelah dihasilkan 3 alternatif bahan yang terbaik yang memenuhi fungsi utama, alternatif pilihan itu diuji secara teknis dan biaya sehingga dapat diketahui penghematan yang dicapai.</p>	
II. Model Desain	
<p>Desain dinding penahan tanah direncanakan seperti yang umum dipakai oleh para perencana. Hal ini disesuaikan dengan teori dan kondisi lapangan.</p>	
III. Alat-Alat Analisis	
<p>a. Analisis Keuntungan dan Kerugian b. Analisis Kelayakan c. Analisis Kelayakan Pemanfaatan (<i>Life Cycle Cost dengan Present Worth Method</i>)</p>	

BAB VI

PEMBAHASAN

Evaluasi berjenjang pada tahap penilaian dan pembahasan yang layak nya seperti saringan kasar sampai dengan saringan halus dilakukan pada penerapan rekayasa nilai, yang diketahui bahwa rekayasa nilai merupakan salah satu cara untuk memberikan alternatif dalam menetapkan keputusan untuk mencari alternatif pilihan yang efisien dan efektif. Rekayasa nilai adalah suatu teknik untuk mencapai efektifitas dan efisiensi tersebut pada suatu produk dengan mengacu kepada fungsi utama produk agar didapatkan manfaat setinggi-tingginya.

Pada rencana kerja rekayasa nilai yang terpenting untuk diperhatikan adalah tahap penilaian dan pengembangan. Pembahasan hal itu akan dijelaskan di bawah ini.

6.1 Analisis Keuntungan dan Kerugian

Sistem penilaian dengan analisis keuntungan kerugian masih sangat kasar, karena perbedaan nilai yang didapat oleh masing-masing alternatif terhadap setiap kriteria sangat besar. Alternatif yang mempunyai kriteria biaya awal murah akan mendapatkan nilai (+3), sedangkan alternatif lain yang mempunyai biaya awal mahal mendapat nilai (-3). Dalam kasus ini, jumlah nilai yang didapat oleh alternatif dari ide kreatif antara -10 sampai +10.

Hasil dari analisis keuntungan dan kerugian dari masing-masing alternatif pilihan berdasarkan urutan rangking tertinggi didapat total nilai masing-masing adalah nilai +10 untuk pasangan dinding penahan tanah batu kali, nilai +6 untuk pasangan batako, nilai +4 untuk pasangan batu-bata.

6.2 Analisis Kelayakan

Penilaian analisis kelayakan cukup akurat namun subyektifitas penilaian masih sangat dominan oleh sebab itu diperlukan pengetahuan yang luas tentang dinding penahan tanah dengan cara analisis yang lebih teliti dan detail seperti analisis teknik dan biaya, sehingga lebih obyektif dan akurat.

Hasil analisis dengan kelayakan berdasarkan urutan rangking tertinggi didapat total nilai masing-masing alternatif pilihan adalah dinding penahan tanah pasangan batu kali 24, pasangan batako 21, pasangan batu-bata 20.

6.3 Analisis Biaya Siklus Hidup

Analisis ini akan diperhitungkan biaya siklus hidup, biaya pemeliharaan dan penggantian yang selanjutnya dapat diperoleh penghematan biaya dari alternatif pilihan. Analisis ini berdasarkan metode *life cycle cost* yang berarti kelayakan pada waktu yang akan datang dapat dicapai.

Besarnya pembengkakan biaya untuk masing-masing alternatif pilihan dibanding dengan desain asli di lapangan adalah Rp 120.442.826,7 untuk dinding penahan tanah pasangan batako dan Rp 170.026.639,8 untuk pasangan batu-bata.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dalam penerapan analisa rekayasa nilai terhadap dinding penahan tanah pada perumahan Taman Siswa Indah Yogyakarta didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisis keuntungan dan kerugian serta analisa kelayakan didapatkan ranking dari alternatif bahan dinding penahan tanah adalah : dinding penahan tanah pasangan batu kali (desain asli), pasangan batako dan pasangan batu bata.
2. Dari ketiga alternatif dinding penahan tanah yang dianalisis diperoleh dinding penahan tanah pasangan batu kali sebagai alternatif yang utama.
3. Dari analisis biaya inisial dan biaya siklus hidup selama 20 tahun untuk dinding penahan tanah terjadi pembengkakan biaya sebagai berikut :
 - a. alternatif 1 (dinding penahan tanah pasangan batako)
= Rp 120.442.826,7
 - b. alternatif 2 (dinding penahan tanah pasangan batu bata)
= Rp 170.026.639,8


DAFTAR PUSTAKA

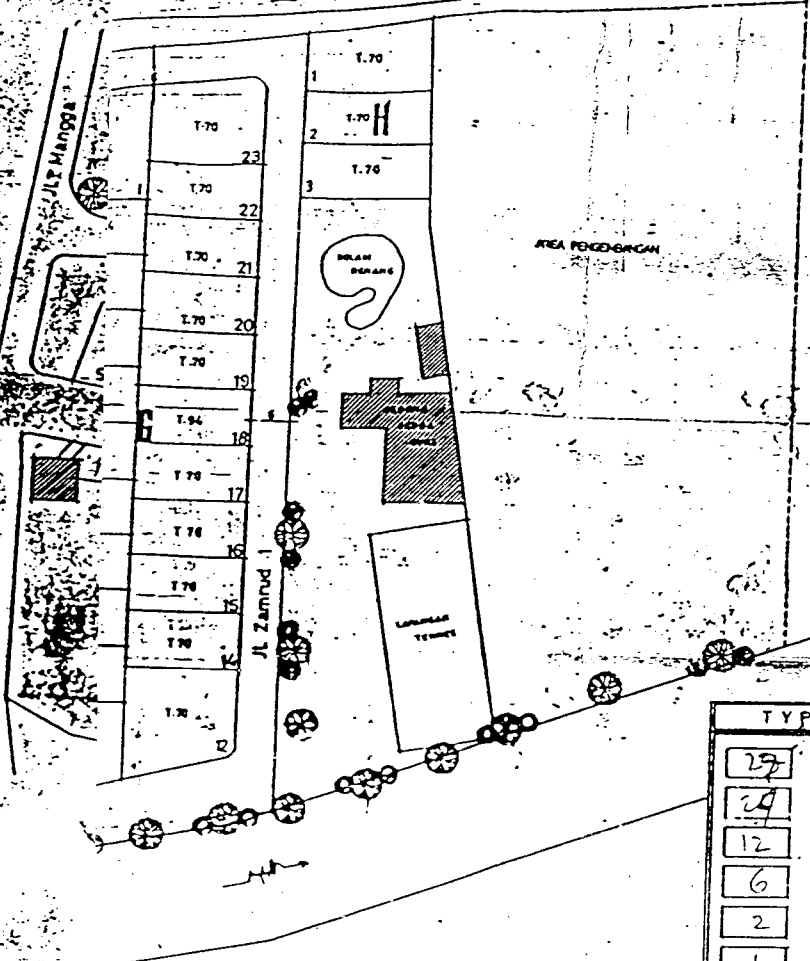
1. Alphonso J. Dell'Isola, 1975. *Value engineering in the construction industry*, A Construction Publishing Company Limited, New York
2. Chandra, S & Mitchel, Robert. H, 1988, *The Application of Value Engineering and Analysis in Design and Construction*, Jakarta
3. Iman Suharto, 1995, *Manajemen Proyek*, Erlangga, Jakarta
4. Sudinarto, 1987, *Manajemen Konstruksi Profesional (terjemahan)*, Erlangga, Jakarta
5. O' Brien, James. J, P. E, 1976, *Value Analysis in Design and Construction*, McGraw-Hill book company, New York
6. Larry Zimmerman P. E, Glen D Hart, 1982, *Value engineering a partical approach for owner, designers, and contractor*, Van Nostrand Reinhold Company, New York
7. ISBN: 979-8382-52-8, 1997, *Rekayasa Pondasi I Konstruksi Penahan Tanah*
8. Joseph E. Bowles, 1988, *Analisis Dan Desain Pondasin (jilid 2)*
9. Hary Cristiady Hardiyatmo, 1994, *Mekanika Tanah II*
10. DR. Ir Edy Purwanto, Ces. DEA, 1997, *Diktat Mata Kuliah Rekayasa Pondasi*
11. Hario Sabrang, 1998, dalam Tesis Wiwit Widono, 2002 (*Optimasi Pemilihan Jenis Material Untuk Struktur Kuda-Kuda Dengan Metode Rekayasa Nilai*)

HASIL PEMBORAN (BOR DANGKAL)

Proyek : Universitas Ahmad Dahlan
 Lokasi : Glagahsari, Yogyakarta
 Titik bor : T.11 (Bor 3)

Elevasi : + 99.66 m
 Tanggal : 11-2-1999

Skala (m)	Ke- dalam- an (m)	Deskripsi Tanah	Sampel	Muka Air Tanah (m)
0.50	0.60	Pasir lanau coklat abu-abu.		
1.00		Pasir berlanau coklat abu-abu.	I	
1.50	1.60			
2.00	2.40	Pasir sedang coklat abu-abu.		
2.50	2.80	Pasir lanau coklat abu-abu.	I	
3.00		Pasir berlanau coklat abu-abu.	I	
3.50	3.40			
4.00		Pasir berlanau coklat abu-abu ber- krikil.		



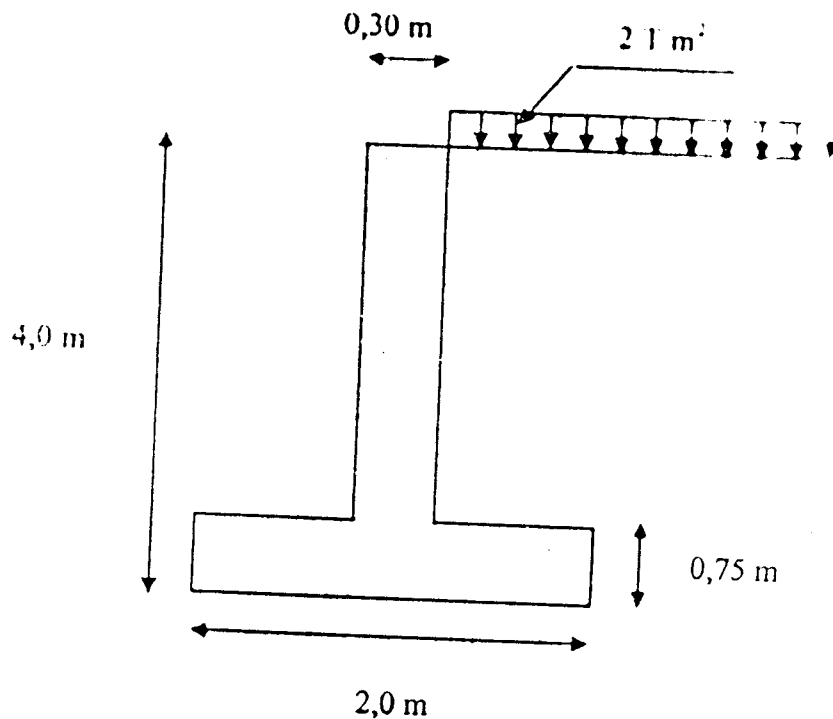
SITE PLAN

TYPE	UNIT
27	T. 57
24	T. 70
12	T. 94
6	T. 114
2	T. 57 / BARU
1	T. 70 / BARU
2	T. 182
4	T. KHUSUS

PROYEK	
PERUMAHAN TAMANSISWA INDAH	
LOKASI	
MERGANGSAN YOGYAKARTA	
DEVELOPER	
PT INTANTUNGGAL KHARISMA	
PERENCANA	
PT INTANTUNGGAL KHARISMA	
DIGAMBAR	
MENYETAHUI	PARAF
MENGETAHUI	PARAF
CATATAN	TANGGAL
GAMBAR	SKALA

LATAR BELAKANG

Perumahan Taman Siswa Indah sebagian lokasinya terletak pada bantaran Sungai Code, Yogyakarta. Oleh sebab itu untuk menjaga kestabilan tanah dari longsor/erosi diperlukan dinding penahan tanah. Adapun desain awal yang digunakan adalah dinding penahan tanah batu kali dengan data dimensi sebagai berikut.



Pada tugas akhir ini, akan dibahas alternatif terbaik dinding penahan tanah tersebut dengan metode rekayasa nilai. Alternatif bahan dinding penahan tanah adalah sebagai berikut:

1. Pasangan Batu Kali.
2. Geotekstil.
3. Beton.
4. Batu Bata.
5. Turap Baja.
6. Batako.

Oleh sebab itu, sebagai informasi awal kami mohon Bapak untuk memberikan keterangan dengan cara menilai sesuai kriteria yang ada terhadap beberapa alternatif bahan dinding penahan tanah tersebut pada tabel di bawah ini:

Analisa Untung Rugi					
No	Ide Usulan	Faktor penilaian terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
1.	Dinding penahan tanah pasangan batu kali	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> 3 2 1 1 1 1 1 		10
2.	Dinding penahan tanah Geotekstil	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	<ul style="list-style-type: none"> 2 1 1 1 1 1 	<ul style="list-style-type: none"> 3 1 1 	0

No	Ide Usulan	Faktor penilaian terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
3.	Dinding penahan tanah Beton	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	<p>2</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	3	
4.	Dinding penahan tanah pasangan batu bata	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	<p>3</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	2 1	
5.	Dinding penahan tanah pasangan Turap Baja	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	<p>-</p> <p>2</p> <p>-</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>-</p> <p>1</p>	3 1	

No	Ide Usulan	Faktor penilaian terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
6.	Dinding penahan tanah pasangan batako	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan Dinding Penahan tanah = 2 - Biaya Pemeliharaan = 1 - Waktu Pelaksanaan = 1 - Ketersediaan Material = 1 - Kemudahan Pelaksanaan = 1 - Kemungkinan Diterapkan = 1 	3	2	

Yogyakarta 20 Maret 2013

Ditandatangani oleh

Nama (F. HARBI HADI . MT

Jabatan

Paraf



Kepada

Yth. Bapak : **Ir. IBNU SUDARMADJI, MS**

Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam rangka penyusunan tugas akhir dengan judul " PENERAPAN METODE REKAYASA NILAI PADA DINDING PENAHAN TANAH PERUMAHAN TAMAN SISWA INDAH YOGYAKARTA " , maka diperlukan informasi yang lengkap untuk digunakan sebagai acuan pembahasan tugas akhir tersebut.

Sehubungan dengan itu kami mohon dengan hormat, sudilah kiranya Bapak memberikan keterangan sesuai dengan pengalaman dan keilmuan Bapak.

Demikian permohonan ini, atas perhatiannya kami :

Nama : TARSO

No. Mhs : 96310113

Nama : SUYANTO


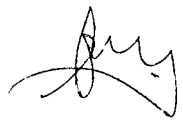
No. Mhs : 96310159

mengucapkan terimakasih dan mohon maaf atas segala kekurangan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 28 Februari 2003

Hormat kami,

 
(TARSO) (SUYANTO)

LATAR BELAKANG

Perumahan Taman Siswa Indah sebagian lokasinya terletak pada bantaran sungai code. Oleh sebab itu untuk menjaga kestabilan tanah dari longsor/erosi diperlukan dinding penahan tanah. Adapun desain asli dilapangan adalah dinding penahan tanah pasangan batu kali. Pada tugas akhir ini akan dibahas alternatif terbaik dinding penahan tanah tersebut dengan metode rekayasa nilai.

Oleh sebab itu, sebagai informasi awal kami mohon Bapak untuk memberikan keterangan dengan cara menilai sesuai kriteria yang ada terhadap beberapa alternatif bahan dinding penahan tanah dibawah ini:

Analisa Untung Rugi					
No	Ide usulan	Faktor penilaian terhadap	Keuntungan	Kerugian	Nilai
1	Dinding penahan tanah pasangan batu kali	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan matrial = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<p style="text-align: center;"><i>B</i></p> <p style="text-align: center;"><i>2</i></p> <p style="text-align: center;"><i>/</i></p> <p style="text-align: center;"><i>/</i></p> <p style="text-align: center;"><i>/</i></p> <p style="text-align: center;"><i>/</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>/</i></p> <p style="text-align: center;"><i>1</i></p>	

2	Dinding penahan tanah geotekstil	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan matrial = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p>	
3	Dinding penahan tanah beton	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan matrial = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">/</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p style="text-align: center;">/</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p style="text-align: center;">/</p>	

4	Dinding penahan tanah batu bata	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan matrial = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	/	3	
5	Dinding penahan tanah turap baja	<ul style="list-style-type: none"> - Biaya awal = 3 - Kekuatan dinding penahan tanah = 2 - Biaya pemeliharaan = 1 - waktu pelaksanaan = 1 - Ketersediaan matrial = 1 - Kemudahan pelaksanaan = 1 - Kemungkinan diterapkan = 1 	2	3	

6	Dinding penahan tanah batak	- Biaya awal = 3	3		
		- Kekuatan dinding penahan tanah = 2	2		
		- Biaya pemeliharaan = 1	.	/	
		- waktu pelaksanaan = 1	/	/	
		- Ketersediaan matrial = 1	/	/	
		- Kemudahan pelaksanaan = 1	/	/	
		- Kemungkinan diterapkan = 1	/	/	

Yogyakarta,

2003

Diisi oleh :

Nama :

Jabatan :

Paraf :