



TUGAS AKHIR - RC 141501

**REKAYASA STRUKTUR DENGAN MODIFIKASI
PELAT LANTAI DAN DINDING PADA PROYEK
APARTEMEN MARVELL CITY SURABAYA**

DEDE PRASETYO NUGRAHA

NRP. 3112 106 028

Dosen Pembimbing
TRI JOKO WAHYU ADI ST., MT., Ph.D

PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL dan PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - RC 141501

**ENGINEERING STRUCTURE WITH FLOOR PLATES
AND WALL MODIFICATIONS IN MARVELL CITY
SURABAYA APARTMENT PROJECT**

DEDE PRASETYO NUGRAHA

NRP. 3112 106 028

Advisor

TRI JOKO WAHYU ADI ST., MT., Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2015

Rekayasa Struktur Dengan Modifikasi Pelat Lantai dan Dinding Pada Proyek Apartemen Marvell City Surabaya

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Manajemen Konstruksi
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Dede Prasetyo Nugraha
Nrp. 3112 106 028

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

TRI JOKO WAHYU ADI ST., MT., Ph.D.
NIP 197404202002121003



(Pembimbing)

SURABAYA
JANUARI, 2015

REKAYASA STRUKTUR DENGAN MODIFIKASI PELAT LANTAI DAN DINDING PADA PROYEK APARTEMEN MARVELL CITY SURABAYA

Nama Mahasiswa : Dede Prasetyo Nugraha
NRP : 3112 106 028
Jurusan : Teknik Sipil, FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D.

Abstrak

Marvell City adalah sebuah kawasan terpadu di Surabaya yang dibangun pada awal tahun 2014. Proyek ini menggunakan struktur konvensional pada pelat lantai dan dinding. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rekayasa struktur dengan memodifikasi pada pelat lantai dan dinding guna mendapatkan efisiensi biaya.

Penelitian ini menggunakan metode Value Engineering job plan. Penelitian ini menggunakan beberapa fase pada value engineering job plan guna menghasilkan tujuan penelitiannya. Fase yang dilakukan pada penelitian ini yakni tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa dan tahap rekomendasi. Ide-ide alternatif yang telah muncul dianalisis agar dapat diketahui pengurangan penggunaan material, dimensi kolom balok dan jumlah pondasi tiang pancangnya.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi dinding eksterior menggunakan precast, dinding interior menggunakan bata ringan dan pelat lantai menggunakan panel precast dapat menghemat penggunaan biaya sebesar Rp. 6.775.412.000 atau sebesar 38,38% dari desain asli dan dapat menghemat penggunaan tiang pancang sebesar 38% atau 32 buah tiang pancang.

Kata kunci : Rekayasa Nilai, Modifikasi Material Struktur

ENGINEERING STRUCTURE WITH FLOOR PLATES AND WALL MODIFICATIONS IN MARVELL CITY SURABAYA APARTMENT PROJECT

Student Name : Dede Prasetyo Nugraha
NRP : 3112 106 028
Major/Faculty : Teknik Sipil, FTSP-ITS
Advisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D.

Abstrak

Marvell City is an integrated area in Surabaya which was built at the beginning of 2014. The project uses conventional structure on the floor plates and walls. This study aims to perform engineering structure by modifying the floor plates and wall in order to gain cost efficiencies.

This study uses a value engineering jobs plan. This study uses multiple phase in value engineering jobs plan in order to produce research purposes. Phase conducted in this study is the information phase, the creative stage, the stage of the analysis and recommendation stage. Alternative ideas that have emerged analyzed in order to know the reduction of the use of materials, dimensions of the beam coloumn and the amount of the stake pile foundation.

The results of this study indicate that the modification of using precast exterior walls, interior walls using light brick and slab using precast panels can save the use of cost Rp. 6.775.412.000 or by 38,38% of the original design and can save the use of the stake of 38% or 32 pieces pile.

Keywords : Value Engineering, Materials Structure Modification

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segenap puji syukur kehadirat Allah SWT, karena berkat ridho dan hidayah-Nya maka penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Rekayasa Struktur Dengan Modifikasi Pelat Lantai dan Dinding Pada Proyek Apartemen Marvell City Surabaya”**.

Pengerjaan Tugas Akhir ini merupakan prasyarat akademik untuk menuntaskan pendidikan bagi mahasiswa Strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. ITS Surabaya.

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini tentunya tak luput dari sejumlah kesalahan dan masih jauh dari kesempurnaan, namun penulis sudah berusaha semaksimal mungkin untuk dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya. Untuk itu diharapkan saran dan arahan untuk dapat memperbaiki Tugas Akhir ini. Penulis senantiasa terbuka untuk menerima masukan dan arahan.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat untuk semua orang.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surabaya, Januari 2015

Dede Prasetyo Nugraha



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan masukan dan bantuan kepada penulis dari awal hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Maka dengan sepuh hati penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu, yang terhormat :

1. Bapak Tri Joko Wahyu Adi ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mendukung dan memotivasi dalam pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Budi Suswanto, ST, MT, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil ITS.
3. Bapak Bintang Cahyono Bintang Nurcahyo ST., MT. selaku dosen wali yang telah menjadi “Orang Tua” bagi penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Sipil ITS.
4. Seluruh bapak dan ibu dosen Jurusan Teknik Sipil ITS yang telah memberi banyak ilmu selama penulis menempuh perkuliahan.
5. Segenap karyawan Teknik Sipil ITS yang telah banyak membarikan bantuan dalam proses administrasi.
6. Semua sahabat dan teman dekat yang telah menjadi tempat “curhat”.
7. Seluruh keluarga yang turut mendoakan penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih kepada seluruh teman, rekan, dan kerabat yang telah banyak membantu serta mendoakan. Demikian hasil tugas Akhir ini yang dapat penulis sampaikan, semoga bermanfaat bagi penulis dan rekan-rekan mahasiswa yang lainnya.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	v
Ucapan Terima Kasih	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup dan Pembatasan.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Definisi Rekayasa Nilai / <i>Value Engineering</i>	5
2.3 Unsur-Unsur Utama <i>Value Engineering</i>	8
2.4 Tujuan Rekayasa Nilai / <i>Value Engineering</i>	9
2.5 Pengertian Nilai (<i>Value</i>)	9

2.6 Biaya.....	10
2.7 Fungsi	11
2.8 Sebab-Sebab Timbulnya Biaya-Biaya Yang Tidak Diperlukan	13
2.9 Teknik-Teknik Rekayasa Nilai / <i>Value Engineering</i>	15
2.10 Waktu Mengaplikasikan <i>Value Engineering</i>	16
2.11 Rencana Kerja Rekayasa Nilai.....	19
2.11.1 Tahap Informasi	20
2.11.1.1 <i>Cost Model</i>	20
2.11.1.2 Analisa Fungsi	21
2.11.2 Tahap Kreatif	22
2.11.3 Tahap Analisa.....	23
2.11.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian	23
2.11.3.2 Analisa Biaya Daur Hidup Proyek.....	24
2.11.3.3 Analisa Pemilihan Alternatif	25
2.12 Alternatif Pelat Lantai	26
2.12.1 Pelat Lantai Metode <i>Precast Half-Slab</i>	27
2.12.1.1 Kelebihan Menggunakan Metode <i>Half-Slab</i>	27
2.12.2 Pelat Lantai Metode Beton Ringan.....	28
2.12.2.1 Kelebihan Pelat Lantai Metode Beton Ringan ..	28
2.12.2.2 Kekurangan Pelat Lantai Metode Beton Ringan	28

2.13 Pondasi Tiang Pancang.....	29
2.13.1 Pondasi Tiang Beton Pracetak.....	30
2.14 Alternatif Pada Dinding Eksterior dan Interior	31
2.14.1 Dinding Panel Precasat	32
2.14.2 Dinding Bata Ringan / Hebel	32
2.15 Pembebanan	33
2.15.1 Kombinasi Pembebanan.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Konsep Penelitian.....	37
3.2 Langkah Penelitian.....	37
3.3 Proses Penelitian	39
3.3.1 Tahap Persiapan	39
3.3.2 Data Penelitian	40
3.3.3 Analisis Data	40
BAB IV ANALISA REKAYASA NILAI	45
4.1 Umum.....	45
4.2 Tahap Informasi	46
4.2.1 <i>Cost Model</i>	46
4.2.2 Analisis Fungsi.....	48
4.3 Tahap Kreatif	49
4.4 Tahap Analisa	52

4.4.1 Skenario Penelitian.....	53
4.4.2 Asumsi Pembebanan.....	54
4.4.2.1 Beban Mati Pada Pelat Lantai	54
4.4.2.2 Beban Mati Pada Balok.....	55
4.4.2.3 Beban Angin.....	59
4.4.2.4 Beban Gempa	60
4.4.3 Running Analisis Program ETABS.....	62
4.4.3.1 Desain Asli	62
4.4.3.2 Desain Skenario 1	65
4.4.3.3 Desain Skenario 2.....	68
4.4.4 Analisa Kebutuhan Tiang Pancang.....	72
4.4.5 Analisa Perbandingan Biaya	69
4.5 Tahap Rekomendasi	80
BAB V KESIMPULAN & SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....	85
DAFTAR LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Identifikasi Fungsi.....	12
Tabel 4.1 Informasi Proyek.....	46
Tabel 4.2 Analisa Fungsi Dinding dan Finishing Dinding.....	48
Tabel 4.3 Analisa Fungsi Pelat Lantai.....	49
Tabel 4.4 Rekomendasi User.....	51
Tabel 4.5 Kriteria Alternatif Dinding.....	51
Tabel 4.6 Kriteria Alternatif Pelat Lantai.....	51
Tabel 4.7 Tabel Material dan Berat Jenis.....	52
Tabel 4.8 Tabel Group Stories.....	53
Tabel 4.9 Perbedaan Material Pada Seluruh Desain.....	54
Tabel 4.10 Tabel Kombinasi Pembebanan.....	54
Tabel 4.11 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Asli.....	64
Tabel 4.12 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Asli.....	64
Tabel 4.13 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Skenario 1.....	67
Tabel 4.14 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Skenario 1.....	68
Tabel 4.15 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Skenario 2.....	70
Tabel 4.16 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Skenario 2.....	71
Tabel 4.17 Rekapitulasi Bobot Struktur.....	72
Tabel 4.18 Reaksi Struktur Pada Desain Asli.....	72

Tabel 4.19 Reaksi Struktur Pada Desain Skenario 1	74
Tabel 4.20 Reaksi Struktur Pada Desain Skenario 2	76
Tabel 4.21 Rekapitulasi Kebutuhan Tiang Pancang	78
Tabel 4.22 Analisa Biaya Desain Asli	79
Tabel 4.23 Analisa Biaya Desain Skenario 1	80
Tabel 4.24 Analisa Biaya Desain Skenario 2	80
Tabel 4.25 Summary Analisis Rekayasa Desain	80
Tabel 4.26 Summary Perbandingan Biaya	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Respon Spektrum Gempa Rencana Zona 3	35
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Apartemen Linden Tower Marvell City.....	45
Gambar 4.2 <i>Breakdown Cost Model</i>	47
Gambar 4.3 Pemodelan Program ETABS	53
Gambar 4.4 Beban Mati Pada Pelat Lantai	57
Gambar 4.5 Beban Balok Pada Dinding Eksterior Desain Asli	55
Gambar 4.6 Beban Balok Pada Dinding Partisi Desain Asli.....	56
Gambar 4.7 Beban Balok Pada Dinding Eksterior Skenario 1..	56
Gambar 4.8 Beban Balok Pada Dinding Partisi Skenario 1	57
Gambar 4.9 Beban Balok Pada Dinding Eksterior Skenario 2..	57
Gambar 4.10 Beban Balok Pada Dinding Partisi Skenario 2	58
Gambar 4.11 Beban Angin Pada Program Bantu ETABS	58
Gambar 4.12 Nilai Faktor Respon Gempa Wilayah 3	60
Gambar 4.13 Input Manual Kurva Response Spektrum	60
Gambar 4.14 Beban Dinding Eksterior Desain Asli	62
Gambar 4.15 Beban Dinding Partisi Desain Asli	63
Gambar 4.16 Define Berat Jenis Beton Bertulang Pelat Lantai	63
Gambar 4.17 Reaksi Total Berat Struktur Desain Asli	65

Gambar 4.18 Beban Dinding Eksterior Skenario 1	66
Gambar 4.19 Beban Dinding Partisi Skenario 1.....	66
Gambar 4.20 Define Berat Jenis Beton Precast Pelat Lantai	67
Gambar 4.21 Reaksi Total Berat Struktur Skenario 1.....	68
Gambar 4.22 Beban Dinding Eksterior Skenario 2	69
Gambar 4.23 Beban Dinding Partisi Skenario 2.....	69
Gambar 4.24 Define Berat Jenis Beton Ringan Pelat Lantai	70
Gambar 4.25 Reaksi Total Berat Struktur Skenario 2.....	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada zaman ini pembangunan apartemen di daerah berkembang sangat diminati para investor. Permintaan yang tinggi akan kualitas hidup yang praktis, membuat masyarakat sangat menginginkan suatu hunian yang mewah, aman dan nyaman. Persepsi masyarakat inilah yang mendorong para investor berlomba-lomba untuk membangun sebuah apartemen yang layak huni, aman, nyaman dan terjangkau.

Setiap pembangunan bangunan sipil khususnya apartemen membutuhkan manajemen konstruksi yang ketat guna mendapatkan pengeluaran yang efisien namun tetap mempertahankan sisi kualitasnya. Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu proyek pembangunan harus direncanakan dengan efisien dan se-optimal mungkin. Banyak hal yang dapat dilakukan sebelum membuat RAB, diantaranya pemilihan desain dan bahan yang akan dipakai. Pemilihan desain dan bahan sangat penting dilakukan, karena akan menunjukkan mutu dan kualitas dari sebuah bangunan tersebut. Namun setelah RAB selesai disusun, terkadang masih ada beberapa item pekerjaan yang memiliki anggaran biaya yang besar.

Dalam manajemen konstruksi terdapat suatu disiplin ilmu teknik sipil yang dapat digunakan untuk mengefisienkan dan mengefektifkan biaya. Ilmu tersebut dikenal dengan nama *Value Engineering* / Rekayasa Nilai. Rekayasa Nilai merupakan suatu ilmu baru dalam dunia MK, karena masuk ke Indonesia mulai tahun 1980-an. Pemerintah baru menggunakannya pada tahun 1990-an dan keberadaan Rekayasa Nilai itu sendiri masih sebagai badan konsultan serta hanya dibutuhkan oleh proyek-proyek tertentu saja yang membutuhkan jasa konsultan Rekayasa Nilai.

Metode Rekayasa Nilai dipilih karena memiliki kelebihan dalam pendekatan secara sistematis dan kemudian mendapatkan keseimbangan fungsi antar biaya, kehandalan dan kinerja proyek

dan hasil yang diperoleh dengan biaya yang terbatas namun masih dapat memenuhi fungsinya tanpa menghilangkan nilai kualitasnya.

Pada tugas akhir ini, perencanaan Rekayasa Nilai dilakukan pada tahap setelah perencanaan proyek. Analisis Rekayasa Nilai dilakukan pada pekerjaan struktur. Dalam RAB biasanya pekerjaan struktur memiliki biaya dan bobot pekerjaan yang besar. Biaya yang besar tersebut dipengaruhi dari segi pemilihan desain dan bahan yang digunakan. Analisis Rekayasa Nilai dilakukan dengan memunculkan ide-ide yang kreatif untuk mengganti perencanaan *existing* pekerjaan struktur. Dalam memunculkan alternatif-alternatif pengganti pemilihan desain dan bahannya harus tepat, murah, kuat dan ekonomis. Setelah dilakukan analisis Rekayasa Nilai diharapkan nanti terdapat *cost saving* biaya dari biaya pekerjaan struktur secara keseluruhan.

Pada pembahasan Rekayasa Nilai disini dilakukan pada pekerjaan struktur plat dan pondasi. Pada perencanaannya menggunakan plat cor biasa yang berdampak banyak pada volume dan beratnya. Sebagai alternatif pengganti, nantinya akan diusulkan beberapa alternatif-alternatif pada pekerjaan pelat lantai. Dengan adanya alternatif-alternatif tersebut bisa mengurangi volume pekerjaan dan berdampak pada pengurangan beratnya. Dengan adanya pengurangan volume pekerjaan pelat, maka pada pondasi juga terdapat perubahan pada beban bangunannya. Diharapkan nantinya ada pengurangan penggunaan tiang pancang setelah struktur platnya dilakukan rekayasa nilai.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu untuk menyelesaikan permasalahan yang ada terutama dalam memenuhi kebutuhan kriteria desain dan tujuan pembangunan yang diharapkan dengan segala keterbatasan. Oleh karena itu penelitian ini mengambil judul : “Rekayasa Struktur Dengan Modifikasi Pelat Lantai dan Dinding Pada Proyek Apartemen Marvell City Surabaya”.

1.2 Permasalahan Penelitian

Dengan penjelasan dari latar belakang di atas, maka Tugas Akhir ini diambil permasalahan sebagai berikut :

- a. Bagaimana alternatif-alternatif desain dan bahan dalam aplikasi rekayasa nilai pada struktur pelat dan pondasi yang dapat membuat perencanaan anggaran biaya menjadi efisien dan optimal tanpa merubah kualitas dari perencanaan awalnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah menganalisis alternatif yang dapat digunakan dalam memodifikasi struktur terhadap struktur dinding, pelat lantai dan penggunaan tiang pancang.

1.4 Ruang Lingkup dan Pembatasan

Di dalam penerapan identifikasi, analisis dan pengelolaan tentunya akan cukup luas dan kompleks. Untuk itu diperlukan pembatasan agar penulisan ini bisa terarah dan sistematis yang mencakup hal sebagai berikut :

1. Obyek yang menjadi analisa adalah apartemen.
2. Desain yang dianalisa didapat dari desain perencana.
3. Objek struktur yang ditinjau adalah dinding, pelat dan pondasi.
4. Harga satuan material, upah dan sewa alat disesuaikan pada HSPK Kota Surabaya tahun 2013.
5. Perhitungan struktur menggunakan program computer ETABS.
6. Biaya yang ditinjau adalah hanya biaya material.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini diharapkan mampu mendapatkan beberapa manfaat, yaitu :

1. Dapat menyediakan alternatif-alternatif baik kepada owner, perencana maupun pelaksana mengenai struktur plat dan pondasinya.
2. Dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pendahuluan memuat tentang latar belakang, permasalahan penelitian, tujuan penelitian, ruang lingkup dan pembatasan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang teori – teori yang dipakai dalam penelitian ini.

Bab III Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang metode yang digunakan serta proses penelitian meliputi metode pengumpulan data dan langkah penelitian.

Bab IV Analisis Reayasa Nilai

Bab ini membahas alternatif-alternatif yang dilakukan reayasa nilai, serta uraian data-data untuk dilakuan analisis dan perhitungan struktur dengan menggunakan *software* ETABS.

Bab V Kesimpulan

Bab ini berisi penutup dari laporan tugas akhir meliputi kesimpulan-kesimpulan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) adalah salah satu teknik untuk mengendalikan biaya yang memiliki potensi keberhasilan cukup besar, dengan menggunakan pendekatan analisa nilai terhadap fungsinya. Dilakukan dengan cara menekankan pengurangan biaya sejauh mungkin dengan tetap mempertahankan tingkat kualitas dan ketahanan sesuai yang diharapkan (Soeharto, 2001).

Rekayasa nilai secara umum adalah kegiatan yang menyangkut usaha optimalisasi kualitas ataupun kuantitas penggunaan material dalam kegiatan proyek konstruksi. Dengan kata lain, rekayasa nilai adalah suatu usaha agar tujuan proyek konstruksi dapat diwujudkan dengan biaya yang paling murah, metode pelaksanaan yang mudah dan dalam waktu yang seoptimal mungkin.

Keterbatasan sumber daya baik dari segi dana, tenaga kerja, sarana maupun prasarana sering menjadi ilham untuk mewujudkan kreatifitas dan inspirasi bagi seseorang untuk menghadapi tantangan tersebut. Dengan kondisi seperti inilah ide optimasi Rekayasa Nilai mulai diperkenalkan kemudian berkembang pesat. Menurut Chandra (1987) bahwa *Value Engineering* Program dapat mengurangi biaya proyek dengan jalan mengurangi biaya-biaya yang tidak diperlukan yang berhubungan dengan masalah teknik.

2.2 Definisi Rekayasa Nilai / *Value Engineering*

Rekayasa nilai mempunyai beberapa definisi antara lain :

1. Dari *Society of American Value Engineers*, definisi rekayasa nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengidentifikasi fungsi produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang

diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis).

2. Rekeyasa Nilai (*Value Engineering*) adalah suatu teknik dalam merencanakan suatu produk dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu tanpa mengorbankan kualitas produk.
3. L. D. Mile mendefinisikan rekeyasa nilai sebagai berikut :

Teknik nilai adalah suatu pendekatan yang teroganisir dan kreatif yang bertujuan untuk mengadakan pengidentifikasian yang tidak perlu. Biaya yang tidak perlu ini adalah biaya yang tidak memberikan kualitas, kegunaan sesuatu yang menghidupkan, penampilan yang baik ataupun sifat yang diinginkan oleh konsumen.

Pengertian selengkapnya mengenai rekeyasa nilai adalah sebagai berikut (Zimmerman, 1982) :

1. *A Multidisciplined Team Approach* (Pendekatan tim multi disiplin)
Teknik penghematan biaya produksi yang melibatkan para ahli yang berpengalaman dibidang masing-masing dan tergabung dalam satu tim konsultan rekeyasa nilai.
2. *A Pro Value Engineering Management Technique* (Teknik manajemen yang teruji)
Teknik penghematan Biaya yang telah terbukti teruji dan terjamin mampu menghasilkan berbagai produk yang bermutu dengan Biaya rendah.
3. *An Oriented System* (Sistem yang terarah)
Rekeyasa nilai digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya-biaya yang tidak diperlukan dengan langkah-langkah yang tersusun rapi terarah dalam rencana kerja rekeyasa nilai.

4. *An Oriented Function* (Fungsi yang terarah)

Rekayasa nilai berorientasi pada fungsi-fungsi yang diperlukan pada setiap item pekerjaan maupun system yang ditinjau untuk menghasilkan nilai produk yang diinginkan.

5. *Life Cycle Cost Oriented* (Berorientasi pada Biaya dan hidup)

Rekayasa nilai berorientasi pada Biaya total yang diperlukan selama proses produksi serta optiasi pengoperasian segala fasilitas pendukungnya yang dimanifestasikan dalam bentuk analisa Biaya daur hidup dalam salah satu bagian analisisnya dalam rencana kerja rekayasa nilai.

Selain pengertian diatas, perlu ditekankan lagi bahwa

Value Engineering bukan :

1. *Cost Cutting Process*, menurunkan biaya proyek dengan jalan menekan harga satuan atau mengorbankan kualitas.
2. *Design Review*, mengoreksi hasil desain yang ada.
3. *A Requirement Done on All Design*, bukan menjadi keharusan dari setiap perencana untuk melaksanakan *Value Engineering*.

Pada beberapa tahun terakhir ini penggunaan *Value Engineering* meningkat dengan pesat sekali, hal ini disebabkan karena :

- a. Meningkatnya dengan pesat biaya konstruksi pada 10 tahunan terakhir ini.
- b. Kekurangan dana atau Biaya untuk pembangunan.
- c. Suku bunga yang cukup tinggi terhadap dana-dana yang dipergunakannya.
- d. Meningkatnya inflasi setiap tahun.
- e. Kemajuan teknolgi yang sangat pesat, sering kali menjumpai bahwa hasil perencanaan dan metoda yang dipakai jauh tertinggal dengan *scientific progress*.

- f. Dengan mengambil keuntungan dari kemajuan teknologi dalam material dan metoda konstruksi, dan menggunakan kemampuan kreatif pada setiap perencanaan, dalam batas-batas tertentu kita masih dapat mengatasi peningkatan biaya konstruksi.
- g. Untuk memperoleh fasilitas yang kita perlukan dengan dana yang tersedia, kita harus memanfaatkan usaha kita untuk mencapai fungsi utama yang diperlukan dengan biaya seminimal mungkin, ini adalah usaha dari *value engineering* melalui *systematic* dan *organized approach*.

2.3 Unsur-Unsur Utama *Value Engineering*

Value Engineering mempunyai beberapa kemampuan yang dapat dipakai sebagai alat bagi *Value Analysis*. Kemampuan itu dikenal sebagai unsur-unsur utama dari *Value Engineering*, adapun unsur-unsur utama tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Pemilihan proyek-proyek untuk *Value Engineering Study*.
- b. Penentuan harga untuk *Value*.
- c. Biaya siklus hidup (*The Life Cycle Costing*).
- d. Fungsional Approach (*The Functional Approach*).
- e. *Functional Analysis System Technique* (FAST).
- f. Rencana kerja *Value Engineering*.
- g. Kreatifitas.
- h. Menetapkan dan mempertahankan *Value Engineering*.
- i. *Human Dynamics* (kebiasaan, penghalang dan sikap).
- j. Hubungan antara pemberi tugas, konsultan perencana dan konsultan *Value Engineering*.

Setiap unsur-unsur diatas dipergunakan dalam *Value Engineering Study*, unsur-unsur tersebut perlu diarahkan dalam mengkaji *Value Engineering* dalam suatu proyek. Chandra (1987) dalam bukunya “Aplikasi *Value Engineering & Analysis* Pada

Perencanaan dan Pelaksanaan Untuk Mencapai Program Effisiensi”, bahwa *study* telah membuktikan dimana setiap desain terdapat item Biaya yang tidak diperlukan, meskipun bagus hasil dari team desain tersebut. Dalam nyatanya tidak memungkinkan untuk membawa semua detail perencanaan yang begitu banyak dari suatu proyek untuk mencapai keseimbangan fungsional yang terbaik antara biaya, penampilan dan realibilitas tanpa mengadakan *Value Engineering Review*. Perlu diperhatikan bahwa sasaran dari team *value engineering* adalah serupa dengan desainernya, yang mana untuk menjamin bahwa desain yang dihasilkan harus memenuhi fungsi yang diperlukan oleh pemilik proyek dengan Biaya yang seoptimal mungkin.

2.4 Tujuan Rekayasa Nilai / Value Engineering

Tujuan dari rekayasa nilai adalah membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan yang tidak diperlukan dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan dan meninggalkan yang tidak perlu untuk biaya terendah tetapi kinerjanya tetap sama atau diharapkan lebih baik. Diharapkan dari penerapan teknik nilai tersebut diperoleh penghematan diantaranya :

1. Penghematan biaya.
2. Penghematan waktu.
3. Penghematan bahan

2.5 Pengertian Nilai (Value)

Pengertian nilai dapat dibedakan atas :

- a. Nilai bagi pemakai produk (konsumen).
- b. Nilai bagi pembuat produk (produsen).

Nilai bagi konsumen merupakan ukuratan sampai sejauh mana pemakai bersedia mengorbankan sesuatu untuk memiliki suatu produk, sedangkan nilai bagi produsen menunjukkan pengorbanan produsen dalam menawarkan suatu produk kepada konsumennya.

Pengertian nilai masih dapat dibedakan lagi menjadi :

- a. Nilai kegunaan
Menyatakan tingkat kegunaan dan pelayanan yang dapat diberikan oleh suatu produk.
- b. Nilai *prestise*
Nilai yang mengaitkan suatu produk dengan *image* yang menyebabkan daya tarik untuk memilikinya.
- c. Nilai tukar
Merupakan ukuran pengorbanan finansial yang diberikan konsumen untuk dapat memiliki suatu produk.
- d. Nilai biaya
Merupakan hasil penjumlahan dari biaya-biaya seperti bahan, tenaga, biaya tidak langsung, dan biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat produk tersebut.

2.6 Biaya

Biaya (*cost*) adalah jumlah semua usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam mengembangkan, memproduksi dan mengaplikasikan produk. Produsen selalu memikirkan akibat dari adanya biaya terhadap kualitas, ketahanan dan pemeliharaan karena akan berpengaruh pada biaya bagi pemakai. Biaya adalah sesuatu yang harus diberikan atau didahulukan (diberikan pada awal) untuk mendapatkan barang dan atau jasa. Biaya adalah sesuatu yang harus dibayarkan oleh pembeli dan biasanya berupa sejumlah uang. Biaya terbesar yang sering mengandung biaya tak perlu antara lain b21

iaya:

- a. Material, secara singkat adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli material seperti berupa kayu, besi, baja, batu, pasir dan sebagainya, serta instrument atau bagian-bagian lain yang siap dipakai.
- b. Tenaga kerja, adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi. Biaya tenaga kerja diperhitungkan terhadap waktu kerja.

- c. *Overhead*, terdiri dari macam-macam elemen, seperti pembebanan bagi operasi perusahaan misalnya pemasaran, kompensasi pimpinan, sewa kantor, termasuk pajak, asuransi dan administrasi.

2.7 Fungsi

Menurut Crum (1971), fungsi adalah apa saja yang diberikan atau dilakukan oleh suatu produk yang dapat digunakan untuk bekerja. Fungsi tak perlu adalah apa saja yang diberikan dan tidak mempunyai nilai kegunaan, nilai tambah, nilai tukar atau nilai estetika.

Miles menerangkan kategori fungsi sebagai berikut :

- a. Fungsi dasar, yaitu alasan pokok *system* itu terwujud. Contohnya konstruksi pondasi, fungsi pokoknya menyalurkan beban bangunan kepada tanah dasar, hal tersebut yang mendorong pembuatan konstruksi pondasi, sifat-sifat fungsi dasar adalah sekali ditentukan tidak dapat diubah lagi. Bila fungsi dasarnya telah hilang, maka hilang pula nilai jual yang melekat pada fungsi tersebut.
- b. Fungsi sekunder, adalah kegunaan tidak langsung untuk memenuhi dan melengkapi fungsi dasar, tetapi diperlukan untuk menunjangnya. Fungsi sekunder seringkali dapat menimbulkan hal-hal yang kurang menguntungkan. Misalnya struktur pondasi *basement* dapat digunakan sebagai ruang parker atau penggunaan lainnya, tetapi dapat mengakibatkan terjadinya perubahan muka air tanah. Jika fungsi sekunder dihilangkan, tidak akan mengganggu kemampuan dari fungsi utama.

Fungsi suatu benda dapat juga diidentifikasi dengan menggunakan kata kerja dan kata benda, seperti pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Identifikasi Fungsi

Nama Benda	Fungsi	
	Kata Kerja	Kata Benda
Crane	Mengangkat, memindah	Barang
Genteng	Menahan	Air, Sinar matahari
Pondasi	Menerima, menyalurkan	Beban

(sumber : Soeharto,2001)

Hubungan antara nilai, biaya dan fungsi dapat dijabarkan dengan rumus berikut .

Bagi Produsen :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Fungsi}}{\text{Biaya}}$$

Bagi Konsumen :

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Manfaat}}{\text{Biaya}}$$

Dari rumus tersebut diatas, maka nilai dapat ditingkatkan dengan cara berikut.

- a. Meningkatkan fungsi atau manfaat tanpa menambah biaya.
- b. Mengurangi biaya dengan mempertahankan fungsi atau manfaat.
- c. Kombinasi dari keduanya.

Dari hubungan antara nilai, manfaat dan biaya, pengurangan biaya asli tidak boleh mengakibatkan terjadinya penurunan tingkat mutu dan kehandalan produk. Mutu dan kehandalan yang terlalu tinggi di luar kebutuhan konsumen sama dengan pemborosan biaya produksi dan penggunaan material yang berlebihan. Tetapi biaya terendah bukan berarti nilai terbaik, karena pada suatu keadaan, biaya terendah akan menunjukkan kualitas yang buruk.

2.8 Sebab-Sebab Timbulnya Biaya-Biaya Yang Tidak Diperlukan

Ada beberapa sebab-sebab mengapa biaya yang tidak diperlukan (*unnecessary costs*), atau nilai kurang (*poor value*) timbul di dalam desain. Pemilik proyek mempunyai pengaruh terhadap nilai dari suatu proyek, sebab mereka menetapkan *criteria* utama dari desain, karena mereka menggunakan fasilitas-fasilitas tersebut.

Menurut Chandra (1987) dalam bukunya “Aplikasi *Value Engineering & Analysis* Pada Perencanaan dan Pelaksanaan Untuk Mencapai Program Efisiensi”, timbulnya biaya yang tidak diperlukan dan nilai kurang pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal-hal yang tersebut dibawah ini:

1. Kekurangan Waktu

Setiap perencana mempunyai batas waktu untuk menyerahkan hasil perencanaannya. Apabila ia tidak menyerahkan tepat pada waktunya, maka reputasinya akan terpengaruh. Dalam kata lain, perencana hanya memiliki waktu yang terbatas untuk membuat perbandingan biaya untuk mencapai nilai atau hasil yang diinginkan.

2. Kekurangan informasi

Material dan produk-produk baru terus menerus memasuki pasaran global dan tidak mungkin untuk selalu *up to date* untuk semua perubahan-perubahan material yang ada. Demikian pula sulit untuk menerima semua produk yang baru itu sebelum terbukti kualitasnya.

3. Kekurangan ide

Setiap *expert* mempunyai spesialisasinya masing-masing, tidak ada orang yang dapat menguasai semua bidang keahlian yang ada.

4. Keadaan sementara yang menjadi permanen

Perencana didesak oleh waktu untuk mengambil keputusan. Keputusan sementara ditetapkan dengan

maksud untuk mengadakan perubahan dikemudian waktu. Ini sering sekali terjadi pada spesifikasi. Misal, beban lantai ditentukan 250 kg/m², perencana bermaksud untuk merubah spesifikasi itu apabila ia mendapat informasi lebih lanjut, namun ia harus segera menyelesaikannya. Ini berarti ia menetapkan kriteria yang tinggi dengan tujuan untuk kembali pada problem itu apabila waktu mengizinkan. Tetapi ia tidak pernah kembali pada problem itu, dengan demikian keadaan tersebut menjadi permanen, ini adalah keadaan sementara yang tidak disengaja menjadi permanen dan menimbulkan biaya yang tidak diperlukan.

5. Kekurangan konsep

Kita semua pasti mempunyai kesalahan konsep di setiap mendesain. Pengalaman terkadang memberi kita kesalahan konsep secara jujur, sebab kita tidak mengikuti perkembangan berikutnya yang merubah kenyataan yang kita percaya dari pengalaman kita sebelumnya.

6. Kekurangan biaya perencanaan

Tidak menyediakan Biaya yang semestinya untuk menyelesaikan suatu pekerjaan perencanaan dapat mempengaruhi hasil produk dari perencanaan tersebut. Jalan pintas untuk bekerja menurut dana dan waktu yang tersedia sering kali menambah biaya yang tidak diperlukan didalam perencanaan. Kekurangan biaya perencanaan adalah bagian yang kecil dari biaya proyek, namun sebaliknya sangat mempengaruhi Biaya total dari seluruh proyek.

7. Sikap (*Attitudes*)

Kita semua menyadari bahwa sikap kita kadang-kadang terbawa oleh pandangan-pandangan atau pemikiran-pemikiran kita. Meskipun yang terbaik diantara kita berusaha mempertahankan pandangan

atau pemikirannya apabila pekerjaan kita dianalisa oleh bagian lain dari organisasi kita atau pihak luar.

8. Politik

Politik adalah kompleks sekali untuk dibahas. Dimana banyak orang dan pandangan yang berbeda yang harus diikuti. Pada saat tertentu politik adalah menguntungkan bagi proyek dan pada saat lain kita harus memilih alternatif yang diberikan yang bukan merupakan alternatif yang terbaik. Sering kali alternatif dengan biaya yang paling ringan untuk suatu proyek belum tentu dapat diterima oleh lingkungan dimana proyek akan didirikan. Oleh karenanya, perencana dan konsultan rekayasa nilai diperlukan tidak hanya memiliki pengetahuan teknik, berpengalaman dan kerja keras, namu juga harus *flexible* dan terbuka untuk berdiskusi.

9. Kebiasaan (*Habitual Thinkng*)

Kebiasaan ini ada baik dan buruknya, kebaikannya adalah memungkinkan kita membangun ketrampilan dan mengerjakannya dengan cepat dan juga memberikan respon yang cepat. Namun kejelekannya pada perencanaan apabila elemen-elemen tertentu diulang terus yang seharusnya diubah. Kebiasaan-kebiasaan ini seringkali menimbulkan biaya-biaya yang tidak diperlukan pada suatu perencanaan proyek.

10. Enggan mendapat saran (*Reluctance to seek advice*)

11. Hubungan masyarakat yang kurang serasi (*Poor Human Relation*)

2.9 Teknik-Teknik Rekayasa Nilai / *Value Engineering*

Agar Rekayasa Nilai mencapai tujuannya, perlu penggunaan teknik teknik khusus. Teknik-teknik tersebut berdasarkan atas pemahaman bahwa Rekayasa Nilai sangat berkaitan dengan sikap dan perilaku manusia sebagai pelakunya, masalah pengambilan keputusan dan pemecahan

masalah. Teknik-teknik berikut ini digunakan terutama untuk pekerjaan rekayasa desain pada awal proyek. Teknik-teknik yang terpenting adalah :

1. Bekerja atas dasar spesifik.
Mengarahkan analisa persoalan pada bagian-bagian atau area yang spesifik. Pilih topik tertentu untuk dipelajari secara mandala konsentrasi sampai menjumpai inti persoalan. Usulan yang bersifat umum akan lebih mudah dibantah. Sebaiknya masalah khusus didukung oleh fakta yang mengundang tanggapan positif.
2. Dapatkan informasi dari sumber terbaik.
Sumber informasi yang tepat dan terbaik diusahakan dari berbagai sumber untuk dikaji dan dipilih. Para ahli yang dilibatkan juga dapat dianggap sebagai sumber informasi yang baik.
3. Kerja sama tim.
Sifat program Rekayasa Nilai adalah usaha bersama dari berbagai pihak, maka prosesnya dilakukan oleh suatu tim yang dibentuk untuk dapat bekerja secara efektif.
4. Mengatasi rintangan
Untuk mencapai kemajuan, rintangan bukanlah hal asing yang akan ditemui. Mengkaji secara sistematis dan seksama dengan mengklasifikasikan jenis dan sebab rintangan akan mempermudah langkah antisipasinya.

2.10 Waktu Mengaplikasikan *Value Engineering*

Value Engineering program dapat diaplikasikan pada setiap saat sepanjang waktu berlangsungnya proyek itu, dari awal hingga selesainya pelaksanaan pembangunan proyek tersebut. Seringkali proyek telah berjalan tanpa diadakan *Value Study*. Hal yang demikian ini seharusnya tidak terjadi, adalah penting sekali bagi *Value Consultant* untuk menjamin dan meyakinkan bahwa

setiap proyek akan dapat mencapai suatu penghematan biaya melalui usaha *Value Engineering*. Lebih praktis apabila *Value Engineering* dapat diaplikasikan pada saat tertentu dalam tahap perencanaan untuk mencapai hasil yang maksimal.

Waktu adalah sangat penting, secara umum bahwa *Value Engineering* harus dimulai pada tahap konsep dan berlanjut secara kontinyu pada selesai perencanaannya.

1. Tahap Perencanaan

Rekayasa nilai harus diusahakan pada tahap konsep perencanaan. Karena pada *fase* ini, kita mempunyai kebebasan yang maksimal untuk mengadakan perubahan-perubahan yang dibutuhkan tanpa menimbulkan biaya untuk mendesain ulang. Dengan berkembangnya proses perencanaan, biaya untuk perubahan-perubahan akan bertambah, sampai akhirnya mencapai suatu titik dimana tidak ada penghematan yang dapat dicapai.

Pada tahap perencanaan ini, *owner* menetapkan :

- a. Tujuan (*goals*)
- b. Keperluan-keperluan (*requirements*)
- c. Kriteria-kriteria yang bersangkutan (*applicable criteria*)

Perencana atau desainer menetapkan *objectives* dari proyek dan kerangka biaya yang menjadi rencana anggaran pembiayaan untuk menentukan batas-batas dari yang *owner* tetapkan.

Menurut Chandra (1987), studi telah membuktikan bahwa perencana mempunyai pengaruh yang amat kuat pada biaya dari suatu proyek. Demikian pemilik proyek yang menetapkan keperluan dan kriteria mempunyai pengaruh yang cukup dominan terhadap biaya proyek. Oleh karena itu studi rekayasa nilai yang dilaksanakan pada tahap konsep perencanaan mempunyai potensi besar untuk meningkatkan kualitas dan menurunkan biaya. Pada tahapan ini,

studi rekayasa nilai dapat membantuk pemilik proyek untuk :

- a. Menetapkan keperluan-keperluan yang sebenarnya dari proyek tersebut, yang mana memerlukan pengertian yang lengkap terhadap fungsi utama yang akan ditampilkan didalam perencanaan.
- b. Koordinasi yang terpadu antara *Value Engineering specialist*, Pemilik Proyek dan Perencana meneliti secara mendalam, menyeluruh dan menyatakan dengan tegas kebenaran dari semua keperluan-keperluan dan menghilangkan kesimpang siuran.

2. Tahap Akhir Perencanaan

Dengan kemajuan perencanaan dari konsep, *programming*, *schematic*, pengembangan (*design development*), sampai ke detail perencanaan (*final design*), *Value Engineering* perlu menyertai kemajuan perencanaan ini. Terutama *Value Engineering analysis* harus menyertai setiap penyerahan tahapan perencanaan itu agar dapat memberikan pengarahannya kepada perencana dan menjamin bahwa pertimbangan dari segi nilai atau biaya telah dikemukakan kepada Pemilik Proyek guna mendapatkan perhatian didalam mengambil keputusannya.

Minimum *Value Engineering* ini harus dilaksanakan pada tahap pengembangan *design* dan menyertai penyampaian hasil dari Tahapan pengembangan perencanaan ini. Pada tahap ini, hasil konsep perencanaan telah diputuskan bentuk dan ukuran-ukuran telah diketahui yang mana memungkinkan untuk memberikan kepastian yang lebih teliti didalam menentukan biaya-biaya dari system arsitektur dan struktur yang akan dipakai.

Selanjutnya, *Value Engineering study* ini dapat menguntungkan juga untuk dilaksanakan pada akhir dari tahapan perencanaan, namun elemen-elemen yang dapat diubah tanpa mengakibatkan pengunduran waktu dan penambahan biaya untuk merubah perencanaan berkurang dibandingkan tahapan-tahapan sebelumnya, dan sangat tergantung dengan keadaan *time schedule* dari proyek pada saat dimana *Value Engineering study* akan dilaksanakan.

2.11 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Dalam rangka optimasi biaya, rekayasa nilai mempunyai langkah-langkah dan prosedur yang diterapkan secara sistematis dari awal analisa hingga mendapatkan hasil akhir yang dapat dipertanggungjawabkan. Sistematika tersebut terdiri dari tahap-tahap yang saling berhubungan satu sama lain yang menjelaskan proses analisa secara jelas dan terpadu. Tahap-tahap analisa tersebut dikenal sebagai Rencana Kerja Rekayasa Nilai.

Mengenai tahap-tahap analisa dalam rencana kerja rekayasa nilai, terdapat beberapa pendapat yang pada dasarnya sama dan saling melengkapi. Ada beberapa pendapat mengenai tahap-tahap rencana kerja rekayasa nilai yang merupakan perbandingan rencana kerja rekayasa nilai menurut beberapa ahli.

Rekayasa nilai berisi lima tahap yaitu (Suriana, 2014) :

1. Tahap Informasi

Melakukan identifikasi secara lengkap atas system struktur bangunan dan sistim pelaksanaan konstruksi, identifikasi fungsi dan estimasi Biaya yang mendasar pada fungsi pokok.

2. Tahap Kreatif

Menggali gagasan alternatif sistim struktur maupun pelaksanaan sebanyak-banyaknya dalam memenuhi fungsi pokok.

3. Tahap Analisa

Melakukan analisa terhadap gagasan-gagasan alternatif yang meliputi analisa keuntungan-kerugian, analisa *life cycle cost*, dan analisa pembobotan kriteria dalam analisa pemilihan alternatif untuk mendapatkan alternatif yang paling potensial.

4. Tahap Presentasi

Meyakinkan kepada para pengambil keputusan tentang apa yang telah dikembangkan secara lengkap oleh tim studi dan direkomendasikan pada tahap pengembangan ini.

2.11.1 Tahap Informasi

Merupakan tahap awal dari rencana kerja rekayasa nilai, bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan item yang akan distudi. Informasi berupa data-data proyek secara umum, gambar perencanaan maupun data-data tentang item pekerjaan sangat diperlukan. Dengan menggunakan data-data tersebut, tahapan dalam rencana kerja rekayasa nilai dapat dilakukan. Prinsip dasar yang dilakukan pada tahap informasi adalah *cost model* dan analisa fungsi.

2.11.1.1 *Cost Model*

Untuk menentukan item pekerjaan berbiaya tinggi diperlukan *cost model* yang dibuat berdasarkan informasi analisa biaya yang telah didapatkan pada saat pengumpulan data. Ada beberapa bentuk *cost model*, yaitu :

1. Berdasarkan Hukum Distribusi Pareto
Berdasarkan hukum distribusi Pareto, dapat diketahui bahwa 80% dari biaya total secara normal terjadi pada 20% item pekerjaan.
2. *Matrix Cost Model*
Matrix Cost memisahkan komponen konstruksi proyek dan mendistribusikan komponen-komponen tersebut ke

dalam berbagai elemen dan system dari proyek.

3. *Breakdown Cost Model*

Breakdown Cost Model memecahkan system dari elemen tertinggi sampai elemen terendah dengan mencantumkan biaya untuk tiap elemen dan mencatatkan distribusi pengeluaran. Selain biaya nyata, yaitu biaya dari hasil desain yang sudah ada, dicantumkan juga nilai manfaat (*worth*), yang merupakan hasil estimasi tim rekayasa nilai berupa biaya terendah untuk memenuhi fungsi dasar.

2.11.1.2 **Analisa Fungsi**

Untuk mendapatkan suatu nilai tertentu dapat dilakukan dengan analisa fungsi yang merupakan suatu pendekatan. Dalam hal ini, fungsi merupakan karakteristik produk atau proyek yang membuat produk/proyek dapat bekerja atau dijual.

Pendekatan fungsi di dalam rekayasa nilai adalah apa yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain. Fungsi dapat dibedakan atas :

1. Fungsi dasar, yaitu fungsi utama yang berisi tujuan atau prosedur dan harus dipenuhi.
2. Fungsi sekunder, yaitu fungsi pendukung yang tidak melaksanakan kerja yang sebenarnya tetapi mungkin dibutuhkan.

Analisa fungsi dilakukan dengan tujuan mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (*basic function*) maupun fungsi-fungsi penunjang (*secondary function*). Selain itu juga untuk mendapatkan perbandingan antara biaya dengan nilai manfaat yang dibutuhkan untuk menghasilkan fungsi tersebut.

Definisi fungsi dilakukan melalui penggunaan dua kata, kata kerja (*verb*) dan kata benda (*noun*). Cara ini memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Menghindar penggabungan fungsi-fungsi dan

pendefinisian lebih dari satu fungsi sederhana, karena dengan hanya menggunakan dua kata kita dipaksa untuk memecah masalah ke dalam elemen-elemen yang sederhana.

2. Membantu untuk mencapai tingkat pengertian yang paling mendalam dari hal-hal yang spesifik. Jika hanya dua kata yang digunakan, kemungkinan terjadinya kesalahan dalam komunikasi yang salah pengertian dikurangi hingga tingkat yang paling minimum.
3. Membatasi timbulnya perluasan arti, sebab jika kita tidak bisa mendefinisikan suatu fungsi dalam dua kata maka kita tak cukup mempunyai informasi tentang masalah tersebut atau pendefinisian masalah menjadi terlalu luas.

Setelah menentukan perbandingan antara *cost* (biaya yang dibayar untuk item pekerjaan tertentu) dan *cost* (biaya minimal untuk item pekerjaan tetapi fungsi tetap harus dipenuhi).

2.11.2 Tahap Kreatif

Pada tahapan ini, anggota tim rekayasa nilai harus berpikir lebih dalam dari apa yang biasanya dilakukan. Ide-ide dating baik dari hasil kerja dalam tahap informasi maupun pemikiran anggota dan kelompok. Tahap ini tidak dapat dimulai sampai masalah dipahami sepenuhnya. Semakin banyak anggota tim yang berpartisipasi akan semakin banyak gagasan yang muncul yang kemudian dicatat dalam table tahap kreatif.

Upaya berpikir kreatif setiap anggota dalam kelompok akan merangsang anggota lainnya dalam menemukan ide atau gagasan dalam kelompok tersebut. Pertanyaan yang diajukan oleh salah satu anggota kelompok dapat membangkitkan gagasan bagi anggota kelompok lainnya.

2.11.3 Tahap Analisa

Ide atau gagasan yang didapat pada tahap kreatif diteliti lebih lanjut pada tahap analisa. Menurut serangkaian analisa yang dilakukan atas setiap alternatif yang dihasilkan tersebut bertujuan untuk (Donald, 1992) :

1. Mengevaluasi, mengkritik dan menguji alternatif yang dihasilkan dalam setiap tahap kreatif.
2. Memperkirakan Biaya yang diperlukan untuk setiap alternatif.
3. Menentukan satu gagasan yang memiliki penghematan biaya terbesar namun dengan penampilan, mutu dan keandalan terjamin.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam tahap analisa ini. Tahapan-tahapan tersebut antara lain :

1. Analisa keuntungan dan kerugian
2. Analisa biaya daur hidup proyek
3. Analisa pemeliharaan alternatif

2.11.3.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Pada analisa ini, ide atau gagasan yang diperoleh dicatat keuntungan dan kerugiannya, kemudian diberi bobot nilai sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Dalam memberikan bobot nilai harus dilakukan dengan seobyektif mungkin, ada beberapa kriteria yang dapat digunakan dalam menyaring ide. Kriteria tersebut antara lain :

1. Keuntungan dalam segi biaya
2. Pemenuhan fungsinya
3. Keandalan gagasan
4. Pengaruh terhadap jadwal proyek
5. Biaya redesain
6. Kelebihan gagasan dibandingkan desain awal
7. estetika

semua keuntungan dan kerugian setiap ide kreatif harus dicatat, kemudian diberi peringkat untuk masing-masing alternatif. Semakin tinggi rating maka semakin baik.

2.11.3.2 Analisa Biaya Daur Hidup Proyek

Analisa biaya daur hidup diklasifikasikan menjadi enam tahapan yaitu :

1. Tahap konsepsi dan studi kelayakan
2. Tahap rekayasa dan desain
3. Pengadaan
4. Konstruksi
5. Memulai dan penerapan
6. Pengoperasian atau penggunaan

Perhitungan Biaya yang tepat merupakan salah satu persyaratan yang paling penting dalam mengukur keberhasilan dari suatu program rekayasa nilai. Dari sudut pandang kontraktor, sebagian besar perkiraan biaya digunakan dalam bidang konstruksi. Sedangkan dari sudut pandang *owner*, harus memperhitungkan modal, operasi yang akan datang serta Biaya *maintenance* bila ingin mencapai nilai maksimum dari suatu investasi keseluruhan yang minimum (Donald, 1992).

Prinsip-prinsip ekonomi yang dipakai dalam Biaya daur hidup (*life cycle cost*) yaitu :

1. *Present Cost* (biaya sekarang)
2. *Future Cost* (biaya akan datang)
3. *Annual Cost* (biaya pertahun) dengan menggunakan *discounting formula* (formula diskonto).

Jenis-jenis yang termasuk biaya daur hidup adalah :

1. Biaya investasi
2. Biaya kepemilikan/pembebasan tanah
3. Biaya rekayasa (perencana, desain dan pengawasan)
4. Biaya perubahan desain
5. Biaya administrasi
6. Biaya penggantian
7. Nilai sisa
8. Biaya operasional (Gaji staff, listrik, perbaikan dan servis)

9. Biaya pemeliharaan (pemeliharaan preventif dan kebersihan)

10. Biaya beban bunga (*cost of money*) yang dibebankan selama proyek

Secara garis besar Biaya daur hidup adalah biaya total dari kepemilikan dan pengoperasian fasilitas, menggambarkan biaya sekarang dan biaya yang akan datang selama masa hidup proyek.

2.11.3.3 Analisa Pemilihan Alternatif

Analisa pemilihan alternatif adalah sebuah proses menentukan sebuah pilihan dari berbagai alterantif pilihan yang tersedia. Dalam pemilihan ini ada 2 metode yang dapat dipakai dalam menganalisa pemilihan alternatif di rekayasa nilai, yakni metode matrix evaluasi dan AHP (*Analytical Hirarchy Process*).

1. Matrix Evaluasi

Merupakan suatu teknik pengambilan keputusan yang dapat menggabungkan kriteria kualitatif (tidak dapat diukur) dengan kriteria kuantitatif (dapat diukur). Kriteria-kriteria ini dapat berupa Biaya, kekuatan, kemudahan operasional dan sebagainya. Langkah-langkah penilaian dengan menggunakan matrix evaluasi ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan alternatif desain yang dievaluasi.
- b. Mendapatkan kriteria-kriteria yang berpengaruh.
- c. Menentukan bobot masing-masing kriteria.
- d. Memberikan penilaian pada setiap alternatif terhadap masing-masing kriteria dan penilaian dilakukan oleh beberapa orang dengan persyaratan tertentu.
- e. Menghitung total masing-masing alternatif.

f. Memilih alternatif terbaik berdasarkan total nilai terbesar.

2. AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

Dikenalkan oleh Thomas L. Saaty, AHP adalah metode yang digunakan dengan tujuan untuk memecahkan permasalahan yang kompleks dimana kriteria atau aspek yang mempengaruhi penyelesaian masalah cukup banyak. Kompleksitas tersebut dapat disebabkan oleh tidak terstrukturanya masalah, ketidakpastian persepsi pengambil keputusan atau tidak tersedianya data yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Selain itu AHP mempunyai kemampuan yang multi obyektif dan multi kriteria yang didasarkan pada perbandingan persepsi dari setiap elemen dalam hirarki, sehingga menjadi model pengambil keputusan yang komprehensif.

2.12 Alternatif Pelat Lantai

Pada desain awalnya, proyek Marvell City pada pelat lantainya menggunakan cor in situ dengan beton bertulang. Peneliti mencoba untuk menyediakan alternatif-alternatif pada pelat lantainya, dianalisis menggunakan rekayasa nilai, dan tujuannya ingin mendapatkan *cost saving* pada pekerjaan pelat lantai. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba mengganti metode pekerjaan pelat lantainya yang konvensional menjadi menggunakan pelat lantai *precast half slab* dan beton ringan.

2.12.1 Pelat Lantai Metode *Precast Half-Slab*

Pada pelat pracetak, ternyata ditemui beberapa kesulitan dalam pemasangan di proyek konstruksi, misalnya beratnya beban pelat pracetak pada saat pengangkutan, sulitnya penyambungan penulangan antar pelat, dsb. Oleh karena itu, ditemukanlah suatu metode yang meringankan pengangkutan

pelat pracetak dan memudahkan penyambungan penulangan. Metode ini disebut dengan metode *half-slab*.

Half-slab adalah pelat yang menggunakan beton pracetak sebagai dasatnya dan beton konvensional sebagai *topping*/penutupnya. Ada 2 macam tipe *half-slab*, yaitu *half-slab* dengan beton pracetak yang rata (flat) dan *half-slab* dengan beton pracetak yang begerigi. Penggunaan gerigi ini bertujuan agar ikatan antara beton konvensional dan beton pracetak lebih kuat.

2.12.1.1 Kelebihan Menggunakan Metode *Half-Slab*

1. Pelat beton pracetak yang letaknya di bawah, juga berfungsi sebagai bekisting untuk pengecoran *topping*nya.
2. Dengan memakai *topping* maka tidak semua komponen struktur lantai adalah precast, sehingga mengurangi bobot pada saat pengangkatan.
3. *Topping* berfungsi seperti halnya diagrafa jembatan, yaitu menyatukan *precast-precast* didekatnya sehingga dapat memikul beban tersebut bersama-sama. Artinya dengan adanya *topping*, pelat mampu meningkatkan kapasitasnya terhadap pembebanan terpusat tak terduga yang lebih besar dari rencana.
4. Adanya *topping* secara tidak langsung membuat lantai lebih kedap air atau suara, sehingga secara *serviceability* akan lebih baik.

Pada saat pengecoran *topping*, pelat pracetak sudah diberikan penunjang berupa *propping* sehingga perilaku komposit dari pelat *half-slab* ini biasanya tidak diperhitungkan, sehingga *half-slab* berperilaku sebagai pelat monolit yang bergerak secara satu kesatuan.

2.12.2 Pelat Lantai Metode Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (density) lebih ringan dari pada beton pada umumnya. Beton ringan bisa disebut sebagai beton ringan aerasi (Aerated Lightweight Concrete/ALC) atau sering disebut juga (Autoclaved Aerated Concrete/AAC) yang mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silica, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air. Tidak seperti pada beton biasa, berate beton ringan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan perencana.

Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi.

2.12.2.1 Kelebihan Pelat Lantai Metode Beton Ringan

1. Karena ukurannya yang akurat tetapi mudah dibentuk, sehingga dapat meminimalkan sisa-sisa bahan bangunan yang tak terpakai.
2. Mengurangi biaya struktur besi sloff.
3. Waktu pemasangan lebih pendek.
4. Kedap suara, tahan panas dan api.
5. Biaya perawatan yang sedikit, bangunan tak terlalu banyak mengalami perubahan atau renovasi hingga 20 tahun.

2.12.2.2 Kekurangan Pelat Lantai Metode Beton Ringan

1. Karena ukurannya yang besar, untuk ukuran yang tanggung, akan memakan waste yang cukup besar. Diperlukan keahlian tambahan untuk tukang yang akan memasangnya, karena dampaknya berakibat pada waste dan mutu pemasangan.

2. Perekat yang digunakan harus disesuaikan dengan ketentuan produsennya, umumnya adalah semen instan.
3. Nilai kuat tekannya (*compressive strength*) terbatas, sehingga sangat tidak dianjurkan penggunaannya untuk perkuatan (structural).

2.13. Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini, tiang-tiang dipengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air. Beberapa maksud penggunaan pondasi tiang pancang (Hardiyatmi,2006), antara lain :

1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak diatas air atau tanah lunak, ketanah pendukung yang kuat.
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relative lunak sampai kedalaman tertentu sehingga pondasi bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah di sekitarnya.
3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatik atau momen penggulingan.
4. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring.
5. Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah.
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air.

Berdasarkan perpindahannya pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 kategori (Hardiyatmo,2006) :

1. Tiang perpindahan besar (*large displacement pile*), yaitu tiang pejal atau berlubang dengan ujung tertutup yang dipancang ke dalam tanah sehingga terjadi perpindahan volume tanah yang relatif besar. Termasuk dalam tiang perpindahan besar adalah tiang kayu, tiang beton pejal, tiang beton prategang (pejal atau berlubang), dan tiang baja bulat (tertutup pada ujungnya).
2. Tiang perpindahan kecil (*small displacement pile*), yaitu sama seperti tiang kategori pertama hanya volume tanah yang dipindahkan saat pemancangan relatif kecil, contohnya tiang beton berlubang dengan ujung terbuka, tiang beton prategang berlubang dengan ujung terbuka, tiang baja H, tiang baja bulat ujung terbuka, dan tiang ulir.
3. Tiang tanpa perpindahan (*non displacement pile*), terdiri dari tiang yang dipasang didalam tanah dengan cara menggali atau mengebor tanah. Termasuk dalam tiang tanpa perpindahan adalah tiang bor, yaitu tiang beton yang pengecorannya langsung di dalam lubang hasil pengeboran tanah (pipa baja diletakkan dalam lubang dan dicor beton).

2.13.1 Pondasi Tiang Beton Pracetak

Penggunaan tiang pancang akan memberikan beberapa keuntungan (Hardiyatmo,2006), antara lain :

1. Bahan tiang dapat diperiksa sebelum pemancangan.
2. Prosedur pelaksanaan tidak dipengaruhi oleh air tanah.
3. Tiang dapat dipancang sampai kedalaman rencana.
4. Pemancangan tiang dapat menambah kepadatan tanah granuler.

Namun demikian penggunaan tiang pancang akan

memberikan beberapa kerugian (Hardiyatmo,2006), antara lain :

1. Pengembangan permukaan tanah dan gangguan tanah akibat pemancangan.
2. Tiang kadang-kadang rusak akibat pemancangan.
3. Pemancangan sulit, bila diameter terlalu besar.
4. Pemancangan menimbulkan gangguan suara, getaran dan deformasi tanah yang dapat menimbulkan kerusakan bangunan disekitarnya.
5. Penulangan dipengaruhi oleh tegangan yang terjadi pada waktu pengangkatan dan pemancangan tiang.

Cara pemasangan tiang sangat berpengaruh pada kelakuan tiang dalam mendukung beban. Kecuali itu, pekerjaan pemancangan dapat mengganggu stabilitas bangunan di sekitarnya jika getaran tanah yang terjadi berlebihan. Umumnya, tinjauan gangguan akibat pemancangan tiang ditujukan terutama pada perubahan sifat-sifat tanah. Dengan mengetahui kondisi tanah setelah pemancangan, dapat diperkirakan cara yang cocok untuk mengevaluasi data laboratorium atau perancangan tiang.

2.14 Alternatif Pada Dinding Eksterior dan Interior

Pada desain asli pembangunan apartemen Linden Tower Marvell City pada item pekerjaan dinding dan finishing dindingnya digunakan bata biasa. Penggunaan bata biasa pada dinding akan lebih baik hasilnya ketimbang menggunakan material lainnya. Suhu ruangan yang dihasilkan akan lebih dingin karena bahan pembuatan bata biasa menggunakan tanah liat yang dibakar. Namun selain bata biasa, material alternatif yang dapat digunakan adalah panel precast dan bata ringan / hebel.

2.14.1 Dinding Panel Precast

Dinding panel precast merupakan panel pracetak yang telah di buat dipabrik. Dinding pracetak memiliki dua fungsi pada bangunan yakni menambah stabilitas pada portal gedung dan sebagai barrier pada daerah tangga atau utilitas shaft pada gedung.

Bentuk dan perkuatan dinding pracetak bahwa dinding pracetak dapat berbentuk solid, berlobang (hollow) atau berlapis sebagai fungsi peredam. Dinding pracetak memiliki ketebalan dinding berkisar 15 s/d 30 cm, tergantung fungsi beban dan pengakunya. Klasifikasi dinding pracetak adalah sebagai berikut:

- a. Dinding pracetak sebagai system pengisi (*Infill Walls Panel*), tergantung pada aksi komposit portal balok dan kolom, perkuatan dengan baja tulangan non-prategang.
- b. Dinding pracetak sebagai system pemikul (*Load Bearing Wall Panel*), berperilaku seabgai balok tinggi pada portal, biasanya memakai system prategang.

2.14.2 Dinding Bata Ringan / Hebel

Bata ringan adalah beton ringan terbuat dari bahan baku berkualitas tinggi, diproduksi dengan teknologi proses terbaru. Produk ini dapat digunakan sebagai pembuatan dinding suatu struktur bangunan, maupun sebagai panel lantai, tergantung kepada jenis maupun ukuran dari blok beton ringan yang dipakai. Keunggulan pemakaian bata ringan ini dibandingkan dengan pemakaian bahan bangunan lainnya adalah :

1. Ukuran yang akurat, memudahkan pekerjaan sehingga dapat mengurangi pekerjaan pemotongan, mengurangi volume plester atau acian serta kebutuhan finisihing lainnya.
2. Kuat tekan yang tinggi dan mempunyai berat yang ringan. Adapun kekuatan dan berat tiap bata ringan

berbeda-beda tergantung jenis dan fungsinya.

3. Sebagai isolasi panas yang baik, bata ringan merupakan anorganik yang tahan api, dapat digunakan sebagai ruang tangga darurat, cerobong ventilasi, koridor lift, dll.
4. Mudah dibentuk dan dikerjakan, bata ringan ini dapat digergaji, dibor atau dikerjakan dengan peralatan kayu biasa sehingga dapat dibentuk sesuai dengan keinginan.
5. Cepat dalam pelaksanaannya, bata ringan memiliki berat yang ringan dan kuat. Sehingga dapat mempermudah proses pemasangannya.
6. Tidak beracun, bata ringan tidak mengandung bahan-bahan beracun dan juga tidak dapat dijadikan tempat tinggal bagi rayap dan hewan sejenis lainnya.

Pemasangan bata ringan tidak dapat menggunakan semen biasa karena bata ringan tidak dapat bersenyawa dengan baik dengan semen, yang biasa dipakai sebagai perekat pada bahan bangunan dinding lainnya seperti batu bata merah, batako, dsb. Perekat, plesteran dan acian untuk bata ringan juga tidak dapat menggunakan campuran semen dan pasir biasa, maka digunakan bahan mortar khusus yang mendukung pekerjaan pemasangan bata ringan, antara lain prime mortar, drymix, mortar urama, dll. Untuk bata ringan acuan yang digunakan adalah informasi yang tertera pada salah satu website produsen bata ringan dan mortar di Indonesia.

2.15 Pembebanan

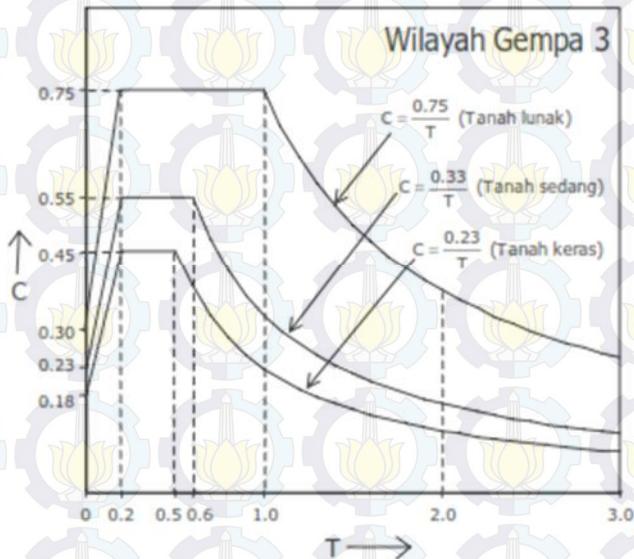
Pada perencanaan bangunan bertingkat tinggi, komponen struktur direncanakan cukup kuat untuk memikul semua beban kerjanya. Pengertian beban itu sendiri adalah beban-beban baik secara langsung maupun tidak langsung yang mempengaruhi struktur bangunan tersebut. Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 pasal 1 hal 7, dicantumkan bahwa

pembebanan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut ini :

1. **Beban Mati** adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.
2. **Beban Hidup** adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.
3. **Beban Gempa** adalah semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu sendiri. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa tersebut.
4. Pada tugas akhir ini gedung dibangun di Surabaya. Menurut peta wilayah gempa Indonesia dan respon spectrum gempa rencana (SNI 03-1726-2002) Surabaya terletak pada zona gempa 3.

5. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara.

Gambar 2.1 Respon Spektrum Gempa Rencana Zona 3



2.15.1 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai pada Tugas Akhir ini berdasarkan pada SNI 03-1726-2002 tentang tata cara perencanaan struktur beton pada bangunan gedung pada pasal 11.2., yaitu :

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,2SW + 1,6L
3. 1,2D + 1,2SW + 0,5L + 1 RSP_x
4. 1,2D + 1,2SW + 0,5L - 1 RSP_x
5. 1,2D + 1,2SW + 0,5L + 1 RSP_y
6. 1,2D + 1,2SW + 0,5L - 1 RSP_y

Dimana :

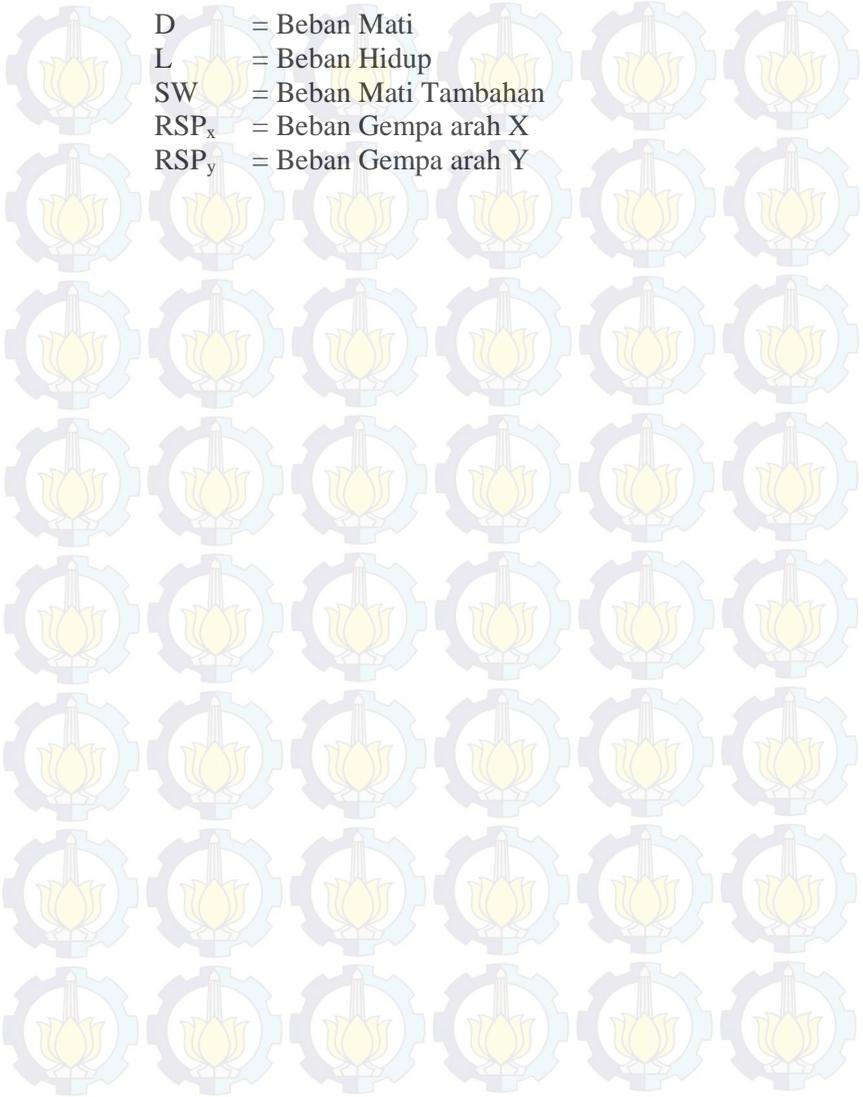
D = Beban Mati

L = Beban Hidup

SW = Beban Mati Tambahan

RSP_x = Beban Gempa arah X

RSP_y = Beban Gempa arah Y



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Untuk memecahkan dan membahas permasalahan yang terjadi, penulis menggunakan sistematika yang rapi dari awal hingga analisis akhir. Hal ini bermanfaat untuk memudahkan kerja dan analisis untuk mendapatkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan.

Peneliti menggunakan penelitian deskriptif atau survey dengan metode penelitian studi kasus. Menurut Nazir (2003) metode survey adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, factual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Tujuan studi kasus adalah untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter-karakter yang khas dari kasus, ataupun status dari individu, yang kemudian dari sifat-sifat diatas akan dijadikan suatu hal yang bersifat umum. Hasil dari penelitian kasus merupakan suatu generalisasi dari pola-pola kasus yang tipikal dari individu, kelompok, lembaga dan sebagainya.

3.2 Langkah Penelitian

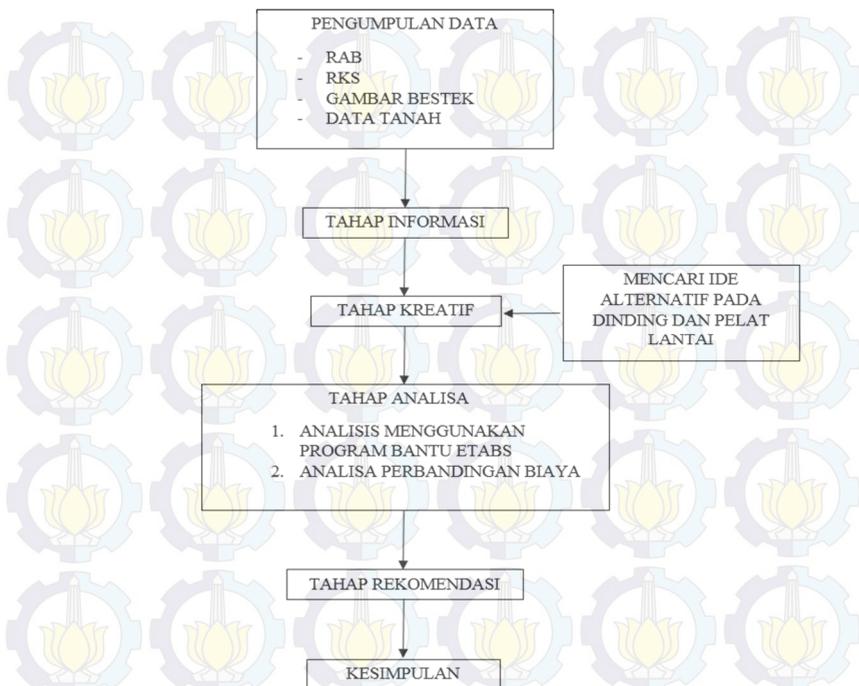
Langkah penelitian dimulai dari menyusun latar belakan dari proposal tugas akhir. Tahap selanjutnya adalah menyusun permasalahan yang nantinya akan diselesaikan. Dalam proposal tugas akhir ini secara garis besar permasalahan adalah pada item

pekerjaan yang perlu di lakukan rekayasa nilai pada proyek Marvell City Surabaya.

Proses selanjutnya adalah pengumpulan data-data yang didapat dari konsultan atau kontraktor untuk membantu pengerjaan analisis pada Tugas Akhir. Secara garis besar sistematika penelitian diuraikan sebagai berikut :

1. Penyusunan Latar Belakang Proyek
2. Perumusan Permasalahan
3. Pengumpulan Data-Data Proyek
4. Tahap Informasi
5. Tahap Kreatif
6. Tahap Analisa
7. Tahap Rekomendasi

Agar penelitian lebih terarah dan mudah dalam setiap tahapan-tahapan prosesnya, maka dibuatlah alur penelitian seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Proses Penelitian

Langkah-langkah dan hal-hal perlu dilakukan dalam proses penelitian, diantaranya :

3.3.1 Tahap Persiapan

Sebelum melakukan proses penelitian, peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek yang memiliki nilai biaya diatas 1 (satu) miliar. Pencarian data dapat dilakukan baik pada konsultan,

kontraktor maupun pada Dinas Pekerjaan Umum yang menangani proyek-proyek besar. Setelah mendapatkan data proyek kemudian peneliti melakukan survey ke lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan.

Selain itu peneliti juga melakukan studi pustaka baik melalui buku-buku, pustaka, internet, peraturan-peraturan Departemen Pekerjaan Umum dan peraturan-peraturan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan tambahan pengetahuan.

3.3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu ;

1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis Rekayasa Nilai. Data sekunder yang penulis dapatkan diantaranya :

- a. RAB (Rencana Anggaran Biaya)
- b. RKS (Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Teknis) Pekerjaan Struktur
- c. Gambar Bestek
- d. Data Tanah

Data-data tersebut diatas penulis dapatkan langsung dengan survey ke proyek dan ke kontraktor yaitu PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

3.3.3 Analisis Data

Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis rekayasa nilai untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau *saving cost*. Analisis rekayasa nilai dilakukan lima tahap, yaitu :

A. Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dianalisis, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya. Informasi umum yang diperlukan antara lain adalah :

1. Nama Proyek
2. Lokasi Proyek
3. Pemilik Proyek
4. Nilai Proyek
5. Luas Bangunan Proyek

Langkah-langkah penunjang yang biasa diterapkan dalam tahap informasi adalah sebagai berikut :

a. Pengulangan Desain Informasi

Yaitu pelaksanaan mengumpulkan semua informasi yang menyangkut segala aspek kepentingan obyek studi. Adapun yang termasuk didalam obyek studi, adalah sebagai berikut :

1. Gambar-gambar perencanaan
2. Spesifikasi Beaya
3. Perkiraan Beaya
4. Pendekatan Desain
5. Perhitungan Desain/Konstruksi

Dalam proses analisis selanjutnya, data informasi tersebut dapat dijadikan kumpulan data yang dibutuhkan dan disusun dalam suatu deksripsi permasalahan dan tujuan penghematannya.

b. Cost Model

Untuk mengetahui sasaran studi dan berapa besar perkiraan target penghematan beaya didapat dengan membuat struktur beaya dari keseluruhan elemen obyek studi yang memperlihatkan dengan

jelas bagian dan elemen yang ada sebagai sasaran studi tersebut.

c. Analisa Fungsi

Dari struktur dan perkiraan target penghematan biaya tersebut maka dapat dipilih elemen-elemen obyek studi yang mempunyai potensi penghematan optimum dengan metode perbandingan (rasio) antara biaya asal dan target biaya, dan perhatian diutamakan kepada rasio yang menyolok. Cara ini dikenal dengan analisis fungsi yang menguraikan rasio cost dengan worth, presentasi pembaguan pekerjaan (bobot).

B. Tahap Kreatif

Didalam Rekayasa Nilai, berfikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternatif-alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis.

Alternatif-alternatif tersebut dapat ditinjau dari berbagai aspek, diantaranya :

a. Bahan atau Material

Pemunculan penggunaan alternatif bahan dikarenakan semakin banyaknya jenis bahan bangunan yang diproduksi dengan kriteria mempunyai fungsi yang sama. Seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi jenis bahan yang mempunyai fungsi yang sama dapat dibuat atau dicetak dengan mutu dan kualitas yang hampir sama juga. Hanya karena memiliki merk atau lisensi yang berbeda, maka harga bahan tersebut menjadi berbeda. Dengan demikian, maka pemilihan alternatif bahan dapat dilakukan dalam analisis rekayasa nilai. Pencarian bahan dengan

mutu, kualitas dan fungsi yang sama dengan rencana awal tapi dengan harga lebih rendah dapat dilakukan.

b. Cara atau Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan pastinya mempunyai cara atau metode sendiri-sendiri. Pada zaman dahulu cara menyelesaikan suatu pekerjaan hanya mengandalkan tenaga manusia dengan alat-alat sederhana, sehingga waktu penyelesaian pekerjaan dapat membutuhkan waktu yang cukup lama. Seiring dengan kemajuan teknologi, kini muncul alat-alat bantu yang lebih canggih dalam menyelesaikan pekerjaan. Sebagai contoh, adanya alat-alat berat seperti dozer, excavator, crane dan lain-lain yang dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi bangunan, sehingga pekerjaan dapat cepat selesai. Dengan demikian dapat dilihat, bahwa suatu pekerjaan konstruksi bangunan yang dikerjakan dengan tenaga manusia dan alat-alat sederhana akan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan dikerjakan menggunakan alat-alat yang lebih modern. Maka dalam analisis Rekayasa Nilai dapat berpedoman pada metode pelaksanaa, karena semakin pendek waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan, semakin kecil pula biaya yang dikeluarkan.

C. Tahap Analisis

Tahap analisis pada rencana kerja rekayasa nilai adalah mengevaluasi alternatif-alternatif yang dihasilkan dalam tahap kreatif. Hasil evaluasi ini dipergunakan untuk menentukan alternatif-alternatif yang bermanfaat untuk dilakukan studi lebih lanjut

yang akan memberikan potensi terbesar bagi penghematan biaya.

Teknik-teknik yang dilakukan adalah :

1. Menganalisa menggunakan program ETABS.
2. Menganalisa kebutuhan tiang pancang.
3. Menganalisa perbandingan biaya masing-masing material.

D. Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi pada rencana kerja rekayasa nilai untuk meyakinkan kepada para pengambil keputusan tentang apa yang telah dikembangkan secara lengkap dan direkomendasikan pada tahap pengembangan. Pada tahap ini harus dibuat secara terarah, agar keempat tahap sebelumnya tidak menjadi sia-sia. Karena pada tahap ini ditentukannya rekayasa nilai berhasil atau gagal.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Untuk memecahkan dan membahas permasalahan yang terjadi, penulis menggunakan sistematika yang rapi dari awal hingga analisis akhir. Hal ini bermanfaat untuk memudahkan kerja dan analisis untuk mendapatkan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan.

Peneliti menggunakan penelitian deskriptif atau survey dengan metode penelitian studi kasus. Menurut Nazir (2003) metode survey adalah suatu metode dalam meneliti status kelompok manusia, suatu objek, suatu kondisi, suatu sistem pemikiran, ataupun suatu kelas peristiwa pada masa sekarang. Tujuan dari penelitian deskriptif ini adalah untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, factual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Tujuan studi kasus adalah untuk memberikan gambaran secara mendetail tentang latar belakang, sifat-sifat serta karakter-karakter yang khas dari kasus, ataupun status dari individu, yang kemudian dari sifat-sifat diatas akan dijadikan suatu hal yang bersifat umum. Hasil dari penelitian kasus merupakan suatu generalisasi dari pola-pola kasus yang tipikal dari individu, kelompok, lembaga dan sebagainya.

3.2 Langkah Penelitian

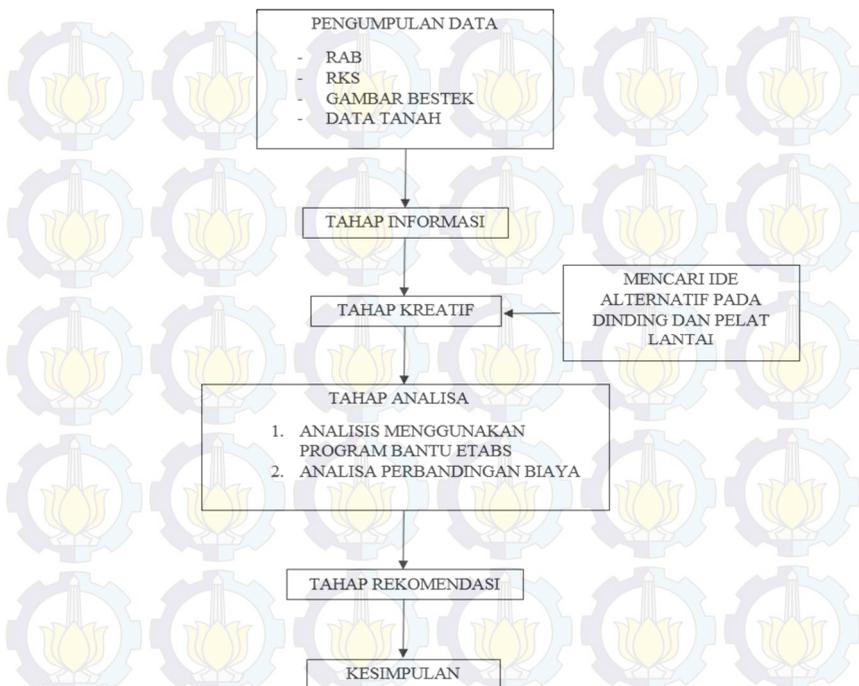
Langkah penelitian dimulai dari menyusun latar belakan dari proposal tugas akhir. Tahap selanjutnya adalah menyusun permasalahan yang nantinya akan diselesaikan. Dalam proposal tugas akhir ini secara garis besar permasalahan adalah pada item

pekerjaan yang perlu di lakukan rekayasa nilai pada proyek Marvell City Surabaya.

Proses selanjutnya adalah pengumpulan data-data yang didapat dari konsultan atau kontraktor untuk membantu pengerjaan analisis pada Tugas Akhir. Secara garis besar sistematika penelitian diuraikan sebagai berikut :

1. Penyusunan Latar Belakang Proyek
2. Perumusan Permasalahan
3. Pengumpulan Data-Data Proyek
4. Tahap Informasi
5. Tahap Kreatif
6. Tahap Analisa
7. Tahap Rekomendasi

Agar penelitian lebih terarah dan mudah dalam setiap tahapan-tahapan prosesnya, maka dibuatlah alur penelitian seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.3 Proses Penelitian

Langkah-langkah dan hal-hal perlu dilakukan dalam proses penelitian, diantaranya :

3.3.1 Tahap Persiapan

Sebelum melakukan proses penelitian, peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek yang memiliki nilai biaya diatas 1 (satu) miliar. Pencarian data dapat dilakukan baik pada konsultan,

kontraktor maupun pada Dinas Pekerjaan Umum yang menangani proyek-proyek besar. Setelah mendapatkan data proyek kemudian peneliti melakukan survey ke lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan.

Selain itu peneliti juga melakukan studi pustaka baik melalui buku-buku, pustaka, internet, peraturan-peraturan Departemen Pekerjaan Umum dan peraturan-peraturan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan tambahan pengetahuan.

3.3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian yaitu ;

1. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis Rekayasa Nilai. Data sekunder yang penulis dapatkan diantaranya :

- a. RAB (Rencana Anggaran Biaya)
- b. RKS (Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Teknis) Pekerjaan Struktur
- c. Gambar Bestek
- d. Data Tanah

Data-data tersebut diatas penulis dapatkan langsung dengan survey ke proyek dan ke kontraktor yaitu PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

3.3.3 Analisis Data

Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisis rekayasa nilai untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya atau *saving cost*. Analisis rekayasa nilai dilakukan lima tahap, yaitu :

A. Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dianalisis, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya. Informasi umum yang diperlukan antara lain adalah :

1. Nama Proyek
2. Lokasi Proyek
3. Pemilik Proyek
4. Nilai Proyek
5. Luas Bangunan Proyek

Langkah-langkah penunjang yang biasa diterapkan dalam tahap informasi adalah sebagai berikut :

a. Pengulangan Desain Informasi

Yaitu pelaksanaan mengumpulkan semua informasi yang menyangkut segala aspek kepentingan obyek studi. Adapun yang termasuk didalam obyek studi, adalah sebagai berikut :

1. Gambar-gambar perencanaan
2. Spesifikasi Beaya
3. Perkiraan Beaya
4. Pendekatan Desain
5. Perhitungan Desain/Konstruksi

Dalam proses analisis selanjutnya, data informasi tersebut dapat dijadikan kumpulan data yang dibutuhkan dan disusun dalam suatu deksripsi permasalahan dan tujuan penghematannya.

b. Cost Model

Untuk mengetahui sasaran studi dan berapa besar perkiraan target penghematan beaya didapat dengan membuat struktur beaya dari keseluruhan elemen obyek studi yang memperlihatkan dengan

jelas bagian dan elemen yang ada sebagai sasaran studi tersebut.

c. Analisa Fungsi

Dari struktur dan perkiraan target penghematan biaya tersebut maka dapat dipilih elemen-elemen obyek studi yang mempunyai potensi penghematan optimum dengan metode perbandingan (rasio) antara biaya asal dan target biaya, dan perhatian diutamakan kepada rasio yang menyolok. Cara ini dikenal dengan analisis fungsi yang menguraikan rasio cost dengan worth, presentasi pembaguan pekerjaan (bobot).

B. Tahap Kreatif

Didalam Rekayasa Nilai, berfikir kreatif adalah hal sangat penting dalam mengembangkan ide-ide untuk memunculkan alternatif-alternatif dari elemen yang masih memenuhi fungsi tersebut, kemudian disusun secara sistematis.

Alternatif-alternatif tersebut dapat ditinjau dari berbagai aspek, diantaranya :

a. Bahan atau Material

Pemunculan penggunaan alternatif bahan dikarenakan semakin banyaknya jenis bahan bangunan yang diproduksi dengan kriteria mempunyai fungsi yang sama. Seiring dengan berkembangnya kemajuan teknologi jenis bahan yang mempunyai fungsi yang sama dapat dibuat atau dicetak dengan mutu dan kualitas yang hampir sama juga. Hanya karena memiliki merk atau lisensi yang berbeda, maka harga bahan tersebut menjadi berbeda. Dengan demikian, maka pemilihan alternatif bahan dapat dilakukan dalam analisis rekayasa nilai. Pencarian bahan dengan

mutu, kualitas dan fungsi yang sama dengan rencana awal tapi dengan harga lebih rendah dapat dilakukan.

b. Cara atau Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan pastinya mempunyai cara atau metode sendiri-sendiri. Pada zaman dahulu cara menyelesaikan suatu pekerjaan hanya mengandalkan tenaga manusia dengan alat-alat sederhana, sehingga waktu penyelesaian pekerjaan dapat membutuhkan waktu yang cukup lama. Seiring dengan kemajuan teknologi, kini muncul alat-alat bantu yang lebih canggih dalam menyelesaikan pekerjaan. Sebagai contoh, adanya alat-alat berat seperti dozer, excavator, crane dan lain-lain yang dapat membantu dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi bangunan, sehingga pekerjaan dapat cepat selesai. Dengan demikian dapat dilihat, bahwa suatu pekerjaan konstruksi bangunan yang dikerjakan dengan tenaga manusia dan alat-alat sederhana akan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan dikerjakan menggunakan alat-alat yang lebih modern. Maka dalam analisis Rekayasa Nilai dapat berpedoman pada metode pelaksanaa, karena semakin pendek waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan, semakin kecil pula biaya yang dikeluarkan.

C. Tahap Analisis

Tahap analisis pada rencana kerja rekayasa nilai adalah mengevaluasi alternatif-alternatif yang dihasilkan dalam tahap kreatif. Hasil evaluasi ini dipergunakan untuk menentukan alternatif-alternatif yang bermanfaat untuk dilakukan studi lebih lanjut

yang akan memberikan potensi terbesar bagi penghematan biaya.

Teknik-teknik yang dilakukan adalah :

1. Menganalisa menggunakan program ETABS.
2. Menganalisa kebutuhan tiang pancang.
3. Menganalisa perbandingan biaya masing-masing material.

D. Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi pada rencana kerja rekayasa nilai untuk meyakinkan kepada para pengambil keputusan tentang apa yang telah dikembangkan secara lengkap dan direkomendasikan pada tahap pengembangan. Pada tahap ini harus dibuat secara terarah, agar keempat tahap sebelumnya tidak menjadi sia-sia. Karena pada tahap ini ditentukannya rekayasa nilai berhasil atau gagal.

BAB IV

ANALISA REKAYASA NILAI

4.1 Umum

Penelitian pada tugas akhir ini merupakan penelitian analisis rekayasa nilai yang menggunakan metode modifikasi struktur pada sebuah bangunan apartemen. Objek penelitian ini menggunakan proyek pembangunan apartemen Marvell City yang terletak di Provinsi Surabaya. Pada penelitian ini, menggunakan kaidah-kaidah rekayasa nilai yang sudah dibahas pada bab sebelumnya. Diawali dengan membuat rencana kerja rekayasa nilai sampai tahap rekomendasi.



Gambar 4.1 Apartemen Linden Tower Marvell City

4.2 Tahap Informasi

Pada tahap awal ini dilakukan upaya-upaya untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan dengan obyek studi yang akan dianalisis, dimana data dan informasi tersebut diolah menurut kebutuhan pada tahap selanjutnya, informasi umum yang diperlukan seperti nama proyek, lokasi proyek, nilai proyek, rab proyek, gambar bestek, dll. Secara umum tahap informasi dalam studi ini berisi penjelasan-penjelasan tentang pemilihan item pekerjaan dan analisa fungsi terhadap item pekerjaan yang terpilih.

Tabel 4.1 Informasi Proyek

INFORMASI PROYEK	
Nama Proyek	Pembangunan Proyek Apartemen Linden Tower Marvell City Tahap 1
Lokasi Proyek	Jl. Ngagel No. 123, Wonokromo – Surabaya
Nilai Proyek	Rp. 86,007,731,061
Owner	PT. ASSALAND
Main Contractor	PT. Adhi Karya. Tbk
Jumlah Lantai	34 Lantai
Mutu Beton	30 Mpa
Mutu Tulangan	400 Mpa dan 240 Mpa
Dinding dan Partisi	Bata biasa
Pelat Lantai	Cor Beton Biasa

4.2.1 Cost Model

Pada gambar 4.2 adalah bagan breakdown cost model proyek yang menjelaskan atau mengidentifikasi item berbiaya tinggi pada proyek tersebut. Dimulai dari item pekerjaan yang memiliki biaya rendah sampai tertinggi. Setiap masing-masing pekerjaan di summary, lalu dibuat bagannya sehingga terdapat informasi yang jelas biaya-biaya yang paling tinggi dan yang paling rendah.



Gambar 4.2 Breakdown Cost Model

Pada gambar 4.2 menjelaskan cost model dari rencana anggaran biaya proyek Apartemen Marvell City. Tiap item pekerjaan mempunyai rencana anggaran biaya yang berbeda-beda. Dari cost model dapat diketahui perbedaan biaya tiap elemen bangunan tersebut yang nantinya dijadikan pedoman dalam menentukan item pekerjaan yang dapat dianalisis rekayasa nilai. Dari gambar 4.1 item pekerjaan struktur merupakan item pekerjaan berbiaya tinggi yang dapat dianalisis rekayasa nilai.

4.2.2 Analisis Fungsi

Pada tahap ini analisa fungsi merupakan teknik untuk menentukan fungsi utama dari item berbiaya tinggi yang terpilih dari teknik cost model. Pada penelitian ini pekerjaan pelat lantai, dinding eksterior dan partisi merupakan item pekerjaan terpilih yang termasuk pada pekerjaan struktur. Pekerjaan tersebut terpilih karena dapat mereduksi beban pada gedung dengan cara mengganti komponennya. Metode ini dilakukan dengan mengklasifikasikan fungsi-fungsi utama (basic function) dan fungsi-fungsi penunjang (secondary function). Analisa fungsi berujuan untuk mendapatkan perbandingan antara nilai biaya dengan nilai manfaatnya serta untuk mengidentifikasi biaya-biaya yang tidak diperlukan.

Tabel 4.2 Analisa Fungsi Dinding dan Finishing Dinding

TAHAP INFORMASI ANALISA FUNGSI					
Proyek : Pembangunan Linden Tower Marvell City Tahap I					
Lokasi : Jl. Ngagel No. 123, Wonokromo – Surabaya					
Item Pekerjaan : Dinding dan Finishing Dinding					
Components	Function			Worth	Cost
	Verb	Noun	P/S		
Bata Biasa	Memisahkan	Ruang	P	1,709,090,240	1,709,090,240
Plester	Membataskan	Air	S		1,347,235,890
Coating	Menghaluskan	Dinding	S		1,010,426,918
Keramik Dinding	Memisahkan	Ruang	S		4,766,715,034
Total				1,709,090,240	8,833,468,082
C/W = 5,168					

Dari hasil analisa fungsi dinding dan finishing dinding mempunyai nilai $c/w > 2$ yang artinya terdapat potensi biaya yang tidak diperlukan yang sangat besar yang akan di rekayasa nilai.

Pada item pekerjaan tersebut diatas bata ringan merupakan fungsi primary, tetapi pada penelitian ini penulis ingin merubah material dinding dengan dinding precast atau bata hebel yang bertujuan mereduksi berat struktur, sehingga ukuran kolom dapat berubah dan dapat mempercepat waktu pelaksanaan dan mereduksi biaya perawatan.

Tabel 4.3 Analisa Fungsi Pelat Lantai

TAHAP INFORMASI					
ANALISA FUNGSI					
Proyek : Pembangunan Linden Tower Marvell City Tahap 1					
Lokasi : Jl. Ngagel No. 123, Wonokromo – Surabaya					
Item Pekerjaan : Pelat Lantai					
Components	Function			Worth	Cost
	Verb	Noun	P/S		
Beton Ready Mix	Menyalurkan	Beban	P	2,577,004,724	2,577,004,724
Pembesian	Menyalurkan	Beban	P	4,750,752,000	4,750,752,000
Besi Bendrat	Menyatukan	Tulangan	S		731,136,000
Total				7,327,756,724	8,058,892,724
C/W = 1,099					

Walaupun c/w pelat lantai tidak lebih dari 2, namun penulis ingin merubah material pelat lantai menjadi pelat precast atau beton ringan, dengan tujuan mereduksi beban struktur dan total berat struktur, serta mempercepat pemasangannya. Pada item pekerjaan pelat lantai, pelat lantai menggunakan pelat lantai beton cor biasa.

4.3 Tahap Kreatif

Pada tahap ini pemikiran kreatif di tuangkan sebanyak mungkin untuk mencari alternatif-alternatif desain pada item pekerjaan yang akan di rekayasa nilai yaitu dinding dan pelat lantai. Pemilihan alternatif juga harus memperhatikan batasan-batasan yang sudah ditentukan sebelumnya. Syarat pada tahap ini harus memenuhi sbb :

- a. Desain alternatif tidak harus berbeda atau sama pada desain aslinya. Hal ini guna untuk menemukan perbandingan antara desain asli dan alternatif-alternatif yang ditemukan.

- b. Pemilihan alternatif juga harus mempertimbangkan dari sisi metode pemasangannya dan harus selektif mungkin. Karena menyangkut estetika pada bangunan itu sendiri.

Ide brain storming pada tahap kreatif sangat diperlukan guna untuk mengetahui alternatif-alternatif apa saja yang bisa diaplikasikan ke objek penelitian tanpa harus mengurangi mutu struktur itu sendiri. Kriteria pemilihan alternatif ditentukan sebagai berikut :

1. Rekomendasi User / Owner

Pada penelitian ini, kami memberikan beberapa alternatif yang ditawarkan kepada user dan wawancara langsung untuk dapat diaplikasikan ke tahap selanjutnya. Rekomendasi user ini dinilai dan direview langsung oleh pihak user.

2. Berat material

Berat material berdampak langsung kepada bobot total struktur yang di hasilkan. Oleh karena itu selektif dalam penggunaannya pada penelitian ini sangat di perhatikan.

3. Harga

Harga tidak lepas dari beberapa kriteria pemilihan alternatif karena berdampak langsung kepada penggunaan biaya.

4. Pemasangan

Kriteria ini sangat diperhatikan mengingat mudah atau sukarnya instalasi material di objek studi.

5. Perawatan

Perawatan pada material yang digunakan sangat diperhatikan karena berdampak kepada life cycle cost bangunan.

Setelah memaparkan kriteria yang harus diperhatikan dalam penelitian alternatif, tahap selanjutnya memunculkan material-material alternatif yang dapat digunakan pada objek penelitian. Pada tabel 4.4 disajikan beberapa alternatif material dinding dan

pelat lantai yang dapat digunakan dan dilakukannya eliminasi material yang tidak dapat digunakan.

Tabel 4.4 Rekomendasi User

No.	Item Pekerjaan	Jenis Material	Rekomendasi User Ok / Not Ok	Alasan
1	Dinding Eksterior dan Interior	Bata Ringan	OK	Dapat digunakan, perawatan mudah dan pemasangan mudah
2		Panel Precast	OK	Dapat digunakan, perawatan mudah dan pemasangan mudah
3		Kalsi Board	Not OK	Tidak permanent
4	Pelat Lantai	Panel Precast	OK	Dapat digunakan, perawatan mudah dan pemasangan mudah
5		Pelat Beton Ringan	OK	Dapat digunakan, perawatan mudah dan pemasangan mudah
6		Bondek	Not OK	Dari sisi estetika tidak bagus karena harus menggunakan gypsum untuk menutupi gelombang bondek.

Pada tabel 4.4 terpapar bahwa beberapa alternatif tidak dapat digunakan menurut rekomendasi user. Setelah tahap rekomendasi user, maka dapat diambil beberapa alternatif yang dapat digunakan pada tahap selanjutnya disajikan pada tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5 Kriteria Alternatif Dinding

No.	Kriteria	Asli	Alternatif 1	Alternatif 2
		Bata Biasa	Precast	Bata Ringan
1	Berat Material	1.500 kg/m ³	780 kg/m ³	500 kg/m ³
2	Harga	Rp. 57.200/m ²	Rp. 894.550/panel	Rp. 48.813/m ²
3	Perawatan	Sukar	Mudah	Mudah
4	Pemasangan	Mudah	Mudah	Mudah
5	Pelaksanaan	Lambat	Cepat	Lambat

Tabel 4.6 Kriteria Alternatif Pelat Lantai

No.	Kriteria	Asli	Alternatif 1	Alternatif 2
		Cor In Situ	Precast	Beton Ringan
1	Berat Material	2.400 kg/m ³	780 kg/m ³	650 kg/m ³
2	Harga	Rp. 1.117.970/m ³	Rp. 1.520.735/panel	Rp. 1.955.750/panel
3	Perawatan	Mudah	Mudah	Mudah
4	Pemasangan	Sukar	Mudah	Mudah
5	Pelaksanaan	Lambat	Cepat	Cepat

Untuk mengetahui berat jenis material yang tersedia dipasaran dan digunakan dalam penelitian ini akan disajikan dalam tabel 4.7.

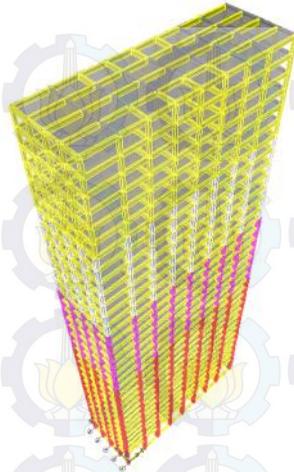
Tabel 4.7 Tabel Material dan Berat Jenis

Nama Material	Berat Jenis Material
Beton Ringan	650 kg/m ³
Batu Bata Biasa	1.500 kg/m ³
Beton Precast	780 kg/m ³
Bata Ringan	500 kg/m ³

4.4 Tahap Analisa

Penulis menggunakan program ETABS yang mewakili dari desain asli dan desain alternatif. Perhitungan asumsi pembebanan seperti beban merata pada balok, beban angin, beban gempa dan load combination disajikan pada tahap analisa ini. Walaupun konsentrasi penelitian ini terkhusus kepada Manajemen Konstruksi, namun penulis dalam desain di program ETABS tetap menggunakan syarat-syarat pemodelan struktur bangunan yang ditetapkan dalam SNI.

Pemodelan struktur untuk Apartemen Marvell City Linden Tower seperti gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Pemodelan program ETABS

Dalam program ETABS untuk mempermudah pengerjaan dalam pemodelannya terdapat fitur yang dinamakan SIMILAR STORIES. Fungsinya guna meng-group kan antara lantai-lantainya, agar dapat mudah untuk mendesain beban-beban dan ukuran frame section setiap lantai. Adapun Group Stories nya disajikan dalam tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel Group Stories

Nomor Tingkat / Story	Nama Group Story
Story 1 – 7	GS1
Story 8 – 14	GS2
Story 15 – 21	GS3
Story 22 – 28	GS4
Story 29 – 34	GS5

4.4.1 Skenario Penelitian

Tujuan utama pada penelitian ini adalah mencari perbandingan harga dan penggunaan material dari desain existing

(desain asli) dengan desain hasil rekayasa. Sudah di jelaskan sebelumnya bahwa penelitian ini tetap menggunakan peraturan peraturan yang ada, sehingga meminimalisir kekeliruan dalam merancang desain rekayasanya. Dalam penelitian ini terdapat 2 skenario yang akan di jalankan. Hasil penelitian ini diharapkan adanya pengurangan penggunaan material dan reduksi biaya. Pada tabel 4.9 ditampilkan penggunaan material di masing-masing skenario.

Tabel 4.9 Perbedaan Material Pada Seluruh Desain

Desain	Material Yang di Gunakan		
	Dinding Eksterior	Dinding Partisi	Pelat Lantai
Desain Asli	Bata biasa	Bata biasa	Beton bertulang
Skenario 1	Precast	Bata ringan	Precast
Skenario 2	Bata ringan	Bata ringan	Beton ringan

4.4.2 Asumsi Pembebanan

Pada penelitian ini, penulis memberikan gambaran asumsi pembebanan yang akan di define ke dalam program bantu ETABS. Beban mati sendiri elemen struktur yang terdiri dari kolom, balok dan pelat dihitung secara otomatis dalam ETABS dengan memberikan factor pengali berat sendiri sama dengan 1, sedangkan beban mati elemen tambahan yang terdiri dari dinding, keramik, plesteran, plumbing, dll diberikan faktor pengali sama dengan 0, karena beban tersebut diinput secara manual.

Kombinasi pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI Beton 03-2847-2002 Pasal 11.2 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Tabel Kombinasi Pembebanan

Nama Kombinasi	Kombinasi Pembebanan	Jenis Kombinasi
Kombinasi 1	1,4 D + 1,4 SW	Kombinasi pembebanan tetap (akibat beban mati dan hidup)
Kombinasi 2	1,2 D + 1,2 SW + 1,6 L	
Kombinasi 3	1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L + 1 RSPx	Kombinasi pembebanan sementara

Kombinasi 4	1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L - 1 RSPx	(akibat beban mati, hidup, dan gempa dinamik respon spektrum)
Kombinasi 5	1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L + 1 RSPy	
Kombinasi 6	1,2 D + 1,2 SW + 0,5 L - 1 RSPy	

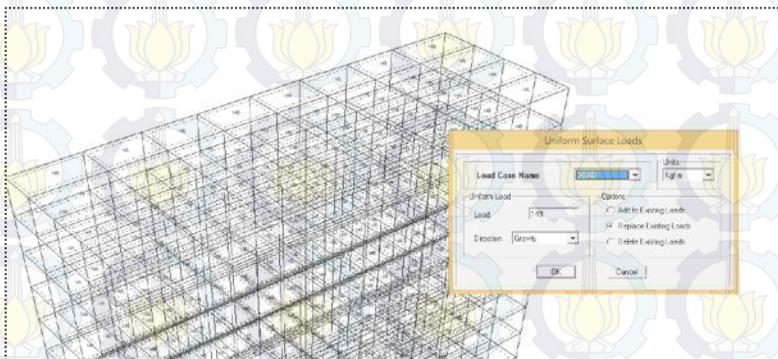
4.4.2.1 Beban Mati Pada Pelat Lantai

Beban mati pada pelat lantai di semua desain diasumsikan sama, dan perbedaannya hanya terdapat pada input berat jenis masing-masing material.

Beban mati yang bekerja pada pada pelat lantai meliputi :

- Beban pasir setebal 1 cm = $0,01 \times 16 = 0,16 \text{ kN/m}^2$
- Beban spesi setebal 3 cm = $0,03 \times 22 = 0,66 \text{ kN/m}^2$
- Beban keramik setebal 1 cm = $0,01 \times 22 = 0,22 \text{ kN/m}^2$
- Beban plafond dan penggantung = $0,2 \text{ kN/m}^2$
- Beban instalasi ME = $0,25 \text{ kN/m}^2$

Total beban mati pada pelat lantai sebesar $1,49 \text{ kN/m}^2$ sama dengan 149 kg.f .



Gambar 4.4 Define beban mati pada pelat lantai

4.4.2.2 Beban Mati Pada Balok

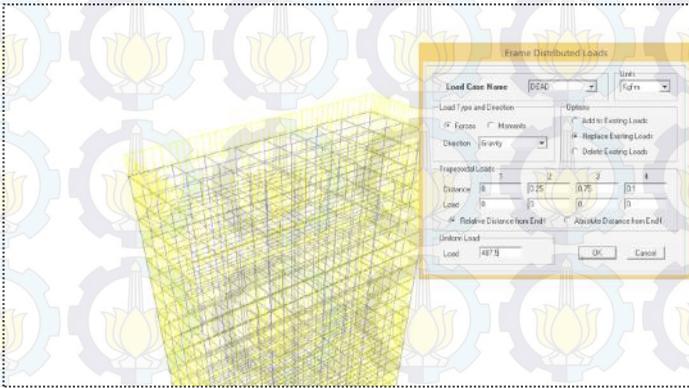
Pada penelitian ini terdapat 3 perhitungan pembebanan pada balok yakni pada desain asli, desain skenario 1, dan desain

skenario 2. Perbedaan asumsi pembebanan pada balok di ketiga desain ini terletak pada material yang digunakan.

a. Desain Asli

1. Dinding Eksterior (Bata biasa)

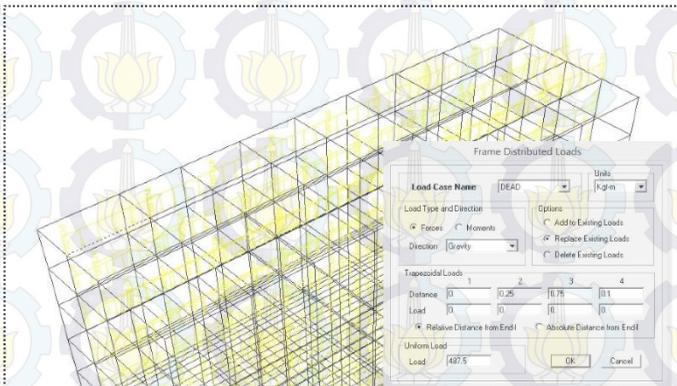
$$0,1 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 1.500 \text{ kg/m}^3 = 487,5 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.5 Beban balok pada dinding eksterior Desain Asli

2. Dinding Partisi (Bata Biasa)

$$0,1 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 1.500 \text{ kg/m}^3 = 487,5 \text{ kg/m}$$

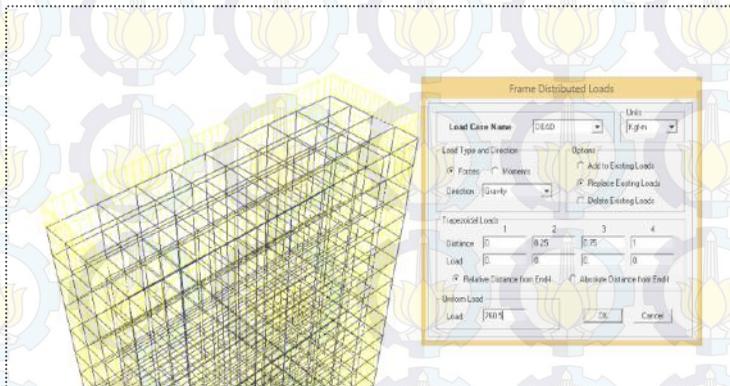


Gambar 4.6 Beban balok pada dinding partisi Desain Asli

b. Desain Skenario 1

1. Dinding Eksterior (Precast)

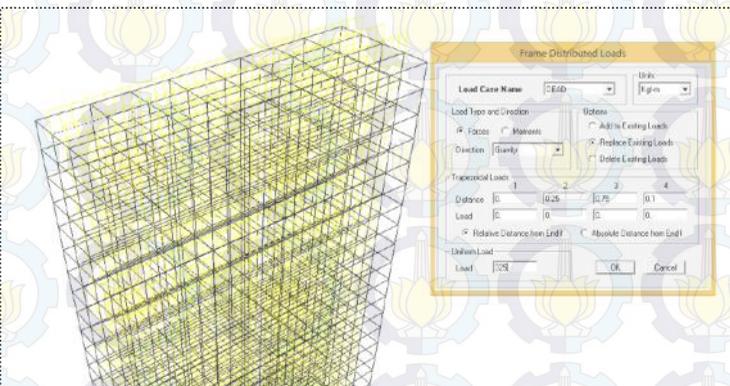
$$0,3 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 780 \text{ kg/m}^3 = 760,5 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.7 Beban balok pada dinding eksterior skenario 1

2. Dinding Partisi (Bata ringan)

$$0,2 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 500 \text{ kg/m}^3 = 325 \text{ kg/m}$$

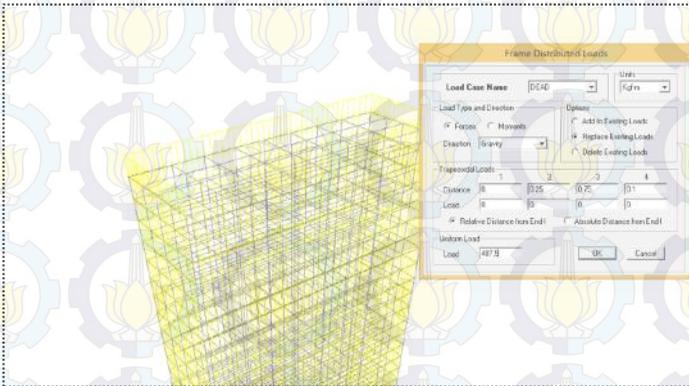


Gambar 4.8 Beban balok pada dinding partisi skenario 1

c. Desain Skenario 2

1. Dinding Eksterior (Bata ringan)

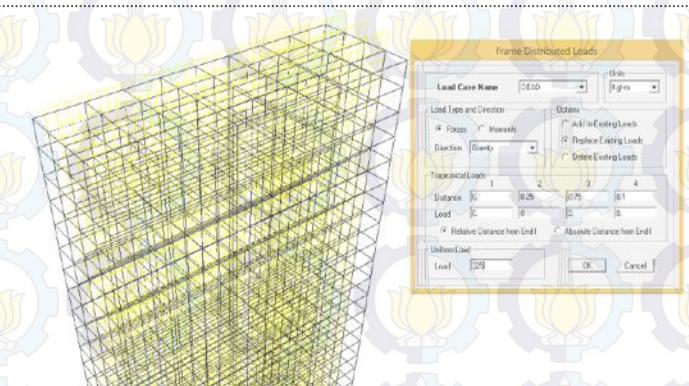
$$0,3 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 500 \text{ kg/m}^3 = 487,5 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.9 Beban balok pada dinding eksterior skenario 2

2. Dinding Partisi (Bata ringan)

$$0,2 \text{ m} \times 3,25 \text{ m} \times 500 \text{ kg/m}^3 = 325 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.10 Beban balok pada dinding partisi skenario 2

4.4.2.3 Beban Angin

Pada penelitian ini perhitungan beban angin di rinci sebagai berikut :

- a. Menentukan kategori resiko bangunan gedung
Berdasarkan SNI 1727-2013 Tabel 1.5-1 bangunan yang dirancang masuk kedalam kategori resiko II.
- b. Menentukan faktor kepentingan
Berdasarkan kategori resiko gempa yang didapat dari tabel 1.5-2 SNI 1727-2013 dapat ditentukan faktor kepentingan berdasarkan beban angin (I_w) sebesar 1,00.

- c. Kecepatan angin dasar (V)
Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 26.5.1 kecepatan angina ditentukan instansi terkait. Berdasarkan PPIUG diambil tekanan tiup (p) = 25 kg/m² berdasarkan kondisi gedung sebenarnya.

$$p = \frac{V^2}{16} \gg 25 = \frac{V^2}{16}$$

$$V = \sqrt{25 \times 16} = 20 \text{ m/s} \div 0,44704 \text{ mph} = 44,74 \text{ mph}$$

- d. Menentukan faktor arah angin (K_d)
Faktor arah angina dipilih dari tipe struktur bangunan gedung yang dilihat dari SNI 1727-2013 tabel 26.6-1 diperoleh $K_d = 0,85$
- e. Menentukan kategori eksposur
Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 26.7 bangunan termasuk kedalam kategori eksposur B.

- f. Menentukan faktor topografi (K_{zt})
Dalam menentukan faktor topografi dapat dilihat pada SNI 1727-2013 pasal 26.8.2 pada persamaan (26.8-1) sebagai berikut :

$$K_{zt} = (1 + K_1 + K_2 + K_3)^2 = 1$$

- g. Menentukan koefisien tekanan eksternal (C_p)
 Berdasarkan SNI 1727-2013 pasal 27.4.1, gambar 27.4-1 penentuan koefisien tekanan angin eksternal dilihat dari sisi angin datang, sisi angin pergi dan dinding tepi. Dalam hal ini diperoleh nilai $C_p = 0,8$; $-0,5$ dan $-0,7$. Untuk C_p pada atap 0 karena sudut atap (Θ) 0° atau atap datar.

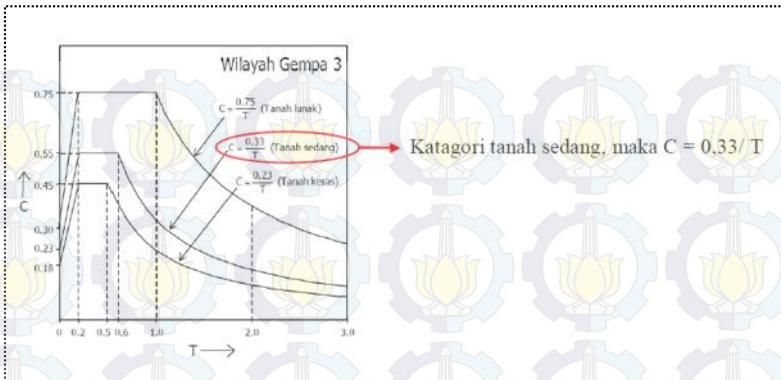
Analisa tersebut diatas di define ke program bantu ETABS, disajikan pada gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Beban angin pada program bantu ETABS

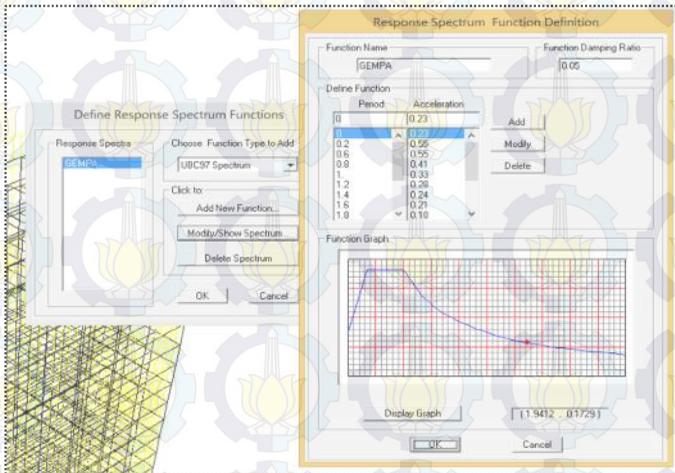
4.4.2.4 Beban Gempa

Beban gempa pada penelitian ini menggunakan analisis beban gempa respon spectrum. Surabaya terletak pada zona gempa 3, dengan kategori tanah sedang.



Gambar 4.12 Nilai faktor respon gempa wilayah 3

Input data kurva *spectrum* gempa rencana kedalam ETABS dapat dilakukan dengan cara input manual ke program ETABS.

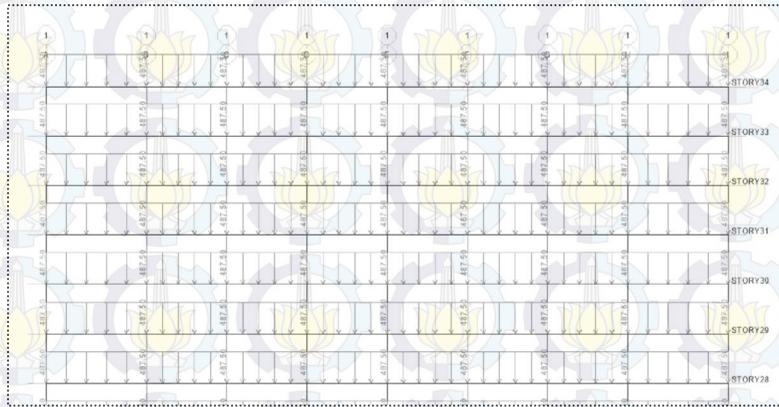


Gambar 4.13 Input Manual Kurva Response Spectrum

4.4.3 Running Analisis Program ETABS

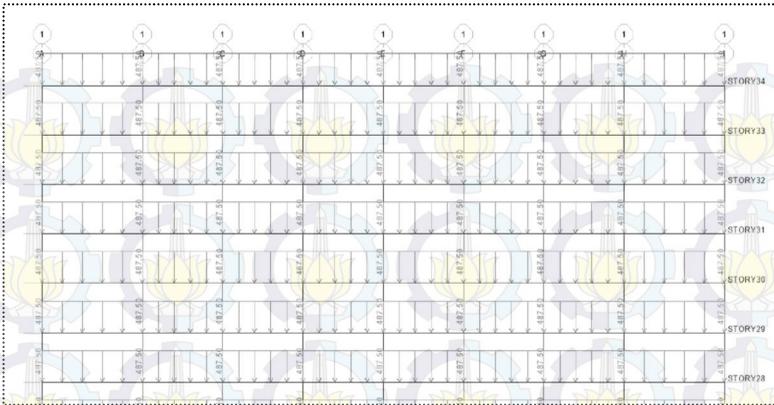
4.4.3.1 Desain Asli

Pada Desain Asli, seluruh dinding dan partisi menggunakan bata ringan dan plat lantai menggunakan cor beton biasa. Pemodelan beban yang menumpu pada struktur bangunannya untuk dinding dan partisi tersaji pada gambar 4.14 dan 4.15. Untuk beban pelat lantai diasumsikan beban pelat lantai itu sendiri dan di *define* berat jenis beton sebesar 2.400 kg/m^3 yang disajikan pada gambar 4.16 berikut.



Gambar 4.14 Beban dinding eksterior desain asli

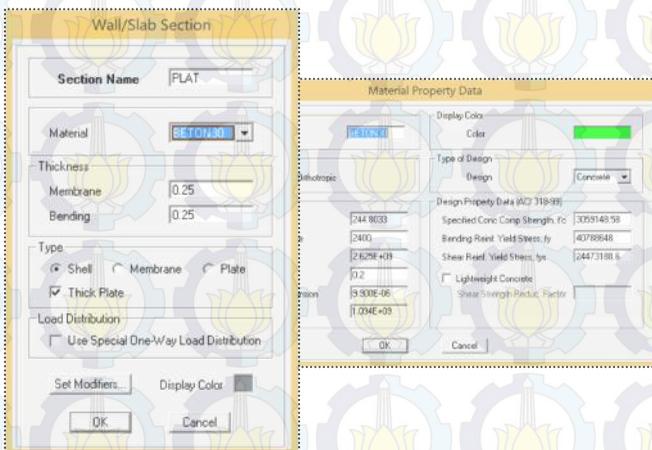
Pada desain asli dinding eksterior Linden Tower Marvell City menggunakan Bata Biasa dan dimasukkan ke program ETABS sebesar $487,5 \text{ kg/m}^2$.



Gambar 4.15 Beban dinding partisi desain asli

Pada desain asli dinding partisi Lindén Tower Marvell City menggunakan Bata Biasa dan dimasukkan ke program ETABS sebesar $487,5 \text{ kg/m}$.

Untuk pelat lantai pada desain asli menggunakan pelat lantai cor biasa dengan berat jenis sebesar 2.400 kg/m^3 .



Gambar 4.16 Define berat jenis beton bertulang pelat lantai

Hasil dari running program ETABS menghasilkan ukuran kolom yang bervariasi karena menyangkut dengan beban yang ada. Lantai bawah menggunakan kolom yang berukuran besar dan semakin keatas ukuran kolom semakin kecil. Ukuran kolom dan balok dalam desain asli ini disajikan di tabel 4.11 & 4.12 dan berat total bangunan disajikan di gambar 4.17.

Tabel 4.11 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Asli

TAHAP ANALISA DESAIN ASLI		
Dinding Eksterior dan Partisi menggunakan Bata Biasa , Pelat Lantai Cor Biasa		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Kolom
Lantai 1 – 7	GS1	Kolom Uk. 90x90
Lantai 8 – 14	GS2	Kolom Uk. 90x90
Lantai 15 – 21	GS3	Kolom Uk. 80x80
Lantai 22 – 28	GS4	Kolom Uk. 70x70
Lantai 29 – 34	GS5	Kolom Uk. 60x60

Tabel 4.12 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Asli

TAHAP ANALISA DESAIN ASLI		
Dinding Eksterior dan Partisi menggunakan Bata Biasa , Pelat Lantai Cor Biasa		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Balok
Lantai 1 – 7	GS1	Balok Uk. 600x1000
Lantai 8 – 14	GS2	Balok Uk. 600x1000
Lantai 15 – 21	GS3	Balok Uk. 600x1000
Lantai 22 – 28	GS4	Balok Uk. 400x800
Lantai 29 – 34	GS5	Balok Uk. 400x800

Group	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
ALL	3280629.832	32162604.00	4803060.133	4803060.133	0.0000
GS1	737089.5169	7226270.400	1046054.4130	1046054.4130	0.0000
GS2	706304.8899	6924464.400	1020907.0321	1020907.0321	0.0000
GS3	667867.4670	6547632.000	982469.6091	982469.6091	0.0000
GS4	634442.3916	6219939.600	949044.5338	949044.5338	0.0000
GS5	504859.8040	4949539.200	774518.7830	774518.7830	0.0000

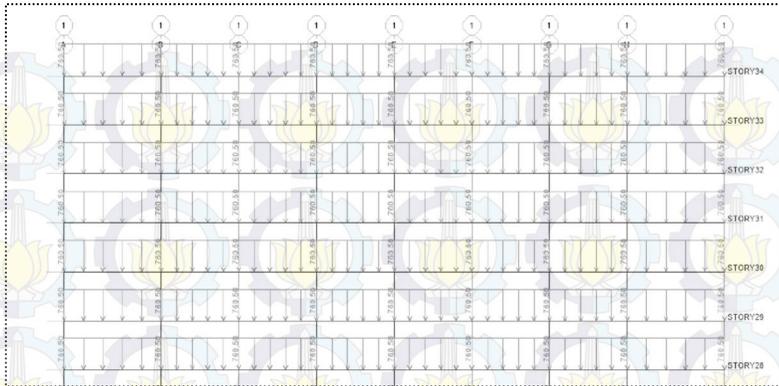
Gambar 4.17 Reaksi total berat struktur pada desain asli

Pada gambar 4.17 terlihat hasil perhitungan struktur dengan program ETABS, didapat hasil reaksi desain asli pada Linden Tower Marvell City sebesar 32,162,604 kgf.

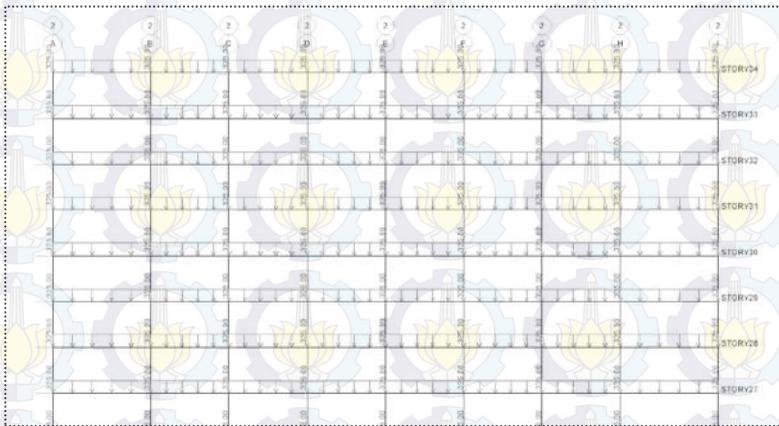
4.4.3.2 Desain Skenario 1

Sebelumnya terlihat bahwa total berat struktur bangunan Linden Tower Marvell City menggunakan desain existing, menghasilkan berat sebesar 32.162 ton. Hal tersebut mengindikasikan bahwa masih terdapat pemikiran alternatif-alternatif untuk mencari material bangunan yang dapat mengurangi bobot struktur itu sendiri.

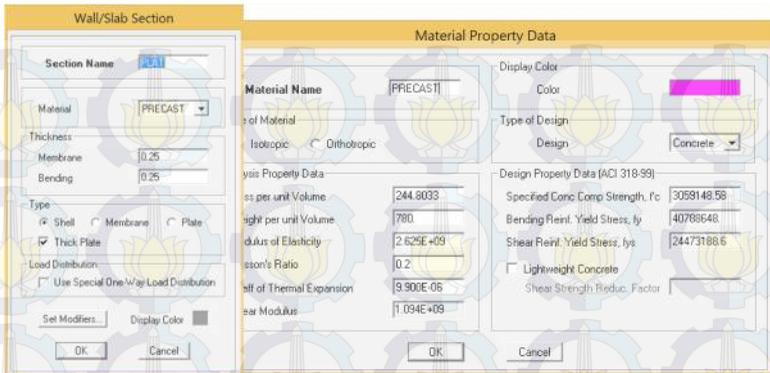
Pada sub bab ini untuk pemilihan desain skenario 1, penulis menggunakan material desain dinding eksterior menggunakan dinding *precast*, dinding partisi tetap menggunakan bata ringan, dan pelat lantai menggunakan beton *precast*. *Define* beban pada program bantu ETABS akan disajikan pada gambar 4.18, 4.19 dan 4.20.



Gambar 4.18 Define beban pada dinding eksterior skenario 1 sebesar 760,5 kg/m



Gambar 4.19 Define beban pada dinding partisi skenario 1 sebesar 325 kg/m



Gambar 4.20 *Define* berat jenis beton precast skenario 1 sebesar 780kg/m^3

Hasil running program ETABS sama dengan desain asli, yakni menghasilkan ukuran kolom yang bervariasi. Pada alternatif 1 diharapkan menghasilkan pengurangan bobot yang cukup signifikan, guna memperkecil ukuran kolom dari desain aslinya. Hasil dari pemodelan diatas, dapat diketahui ukuran dari kolom dan balok yang tersaji pada tabel 4.13 & 4.14 berikut.

Tabel 4.13 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Skenario 1

TAHAP ANALISA DESAIN SKENARIO 1		
Dinding Eksterior Precast , Partisi menggunakan HEBEL , Pelat Lantai Precast		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Kolom
Lantai 1 – 7	GS1	Kolom Uk. 80x80
Lantai 8 – 14	GS2	Kolom Uk. 80x80
Lantai 15 – 21	GS3	Kolom Uk. 70x70
Lantai 22 – 28	GS4	Kolom Uk. 60x60
Lantai 29 – 34	GS5	Kolom Uk. 60x60

Tabel 4.14 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Skenario 1

TAHAP ANALISA		
DESAIN SKENARIO 1		
Dinding Eksterior Precast , Partisi menggunakan HEBEL , Pelat Lantai Precast		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Balok
Lantai 1 – 7	GS1	Balok Uk. 600x1000
Lantai 8 – 14	GS2	Balok Uk. 600x1000
Lantai 15 – 21	GS3	Balok Uk. 600x1000
Lantai 22 – 28	GS4	Balok Uk. 400x800
Lantai 29 – 34	GS5	Balok Uk. 400x800

Hasil analisa program ETABS, disajikan pada gambar 4.21 berikut.

Group	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
ALL	3135456.2114	20121030.000	4036301.304	4036301.304	0.0000
GS1	692191.1229	4599970.800	875510.4446	875510.4446	0.0000
GS2	667867.4670	4361506.800	853892.6668	853892.6668	0.0000
GS3	634442.3916	4033814.400	820467.5914	820467.5914	0.0000
GS4	606029.6638	3755262.000	792054.8636	792054.8636	0.0000
GS5	504859.8040	3075717.600	664309.9753	664309.9753	0.0000

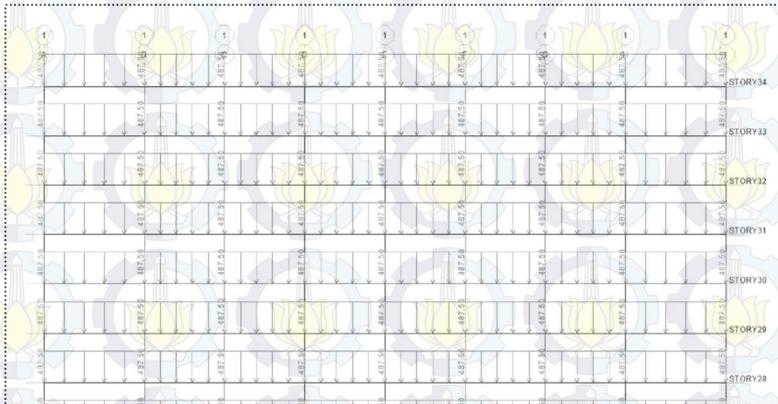
Gambar 4.21 Reaksi total berat struktur pada desain skenario 1

Pada hasil reaksi yang tersaji pada gambar 4.21 dihasilkan berat struktur sebesar 20.120 ton. Penggantian pelat lantai dari beton cor biasa ke beton precast ternyata menghasilkan pengurangan bobot yang cukup signifikan yakni sebesar ± 12.042 ton.

4.4.3.3 Desain Skenario 2

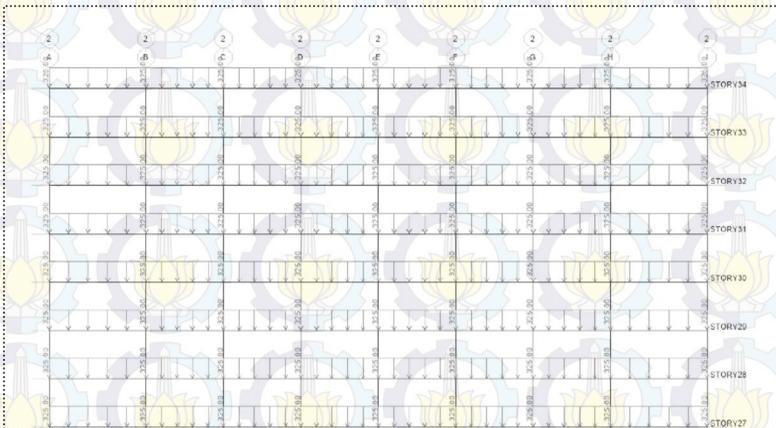
Pada desain skenario 2 ini, penulis kembali menggunakan dinding bata ringan untuk dinding eksterior dan partisi. Pelat lantai menggunakan pelat lantai beton ringan yang mempunyai berat jenis sebesar 650 kg/m³. Define beban pada program bantu ETABS

untuk dinding eksterior pada gambar 4.22, dinding partisi pada gambar 4.23, dan pada pelat lantai beton ringan pada gambar 4.24.



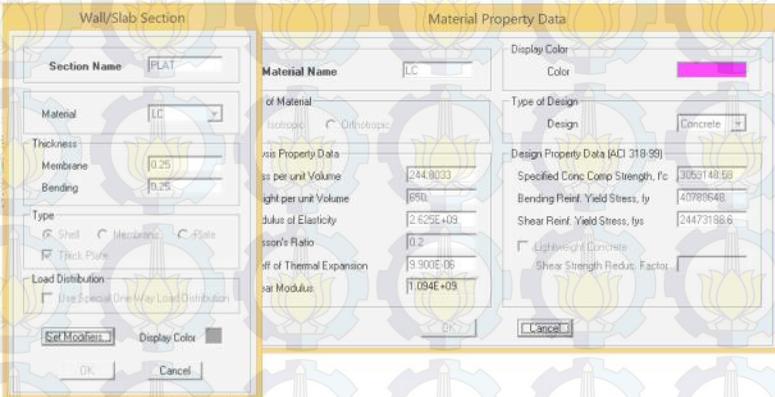
Gambar 4.22 *Define* beban dinding eksterior Skenario 2

Pada gambar 4.22, *define* beban pada program bantu ETABS untuk dinding eksterior menggunakan bata ringan / hebel sebesar 487.5 kg/m.



Gambar 4.23 *Define* beban dinding partisi Skenario 2

Pada gambar 4.23, *define* beban pada program bantu ETABS untuk dinding partisi menggunakan bata ringan / hebel sebesar 325 kg/m.



Gambar 4.24 *Define* berat jenis beton ringan pada pelat lantai alternatif 2 sebesar 650 kg/m.

Hasil running program ETABS menghasilkan ukuran kolom dan balok yang bervariasi. Pada skenario 2 pengurangan bobot yang dihasilkan tidak terpaut jauh dengan desain skenario 1. Hasil dari pemodelan diatas, dapat diketahui ukuran dari kolom dan balok yang tersaji pada tabel 4.15 & 4.16 berikut.

Tabel 4.15 Hasil Ukuran Kolom Pada Desain Skenario 2

TAHAP ANALISA DESAIN SKENARIO 2		
Dinding Eksterior HEBEL , Partisi menggunakan HEBEL , Pelat Lantai Beton Ringan		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Kolom
Lantai 1 – 7	GS1	Kolom Uk. 80x80
Lantai 8 – 14	GS2	Kolom Uk. 80x80
Lantai 15 – 21	GS3	Kolom Uk. 70x70

Lantai 22 – 28	GS4	Kolom Uk. 60x60
Lantai 29 – 34	GS5	Kolom Uk. 50x50

Tabel 4.16 Hasil Ukuran Balok Pada Desain Skenario 2

TAHAP ANALISA DESAIN SKENARIO 2		
Dinding Eksterior HEBEL , Partisi menggunakan HEBEL , Pelat Lantai Beton Ringan		
Nomor Lantai	Group Story	Ukuran Kolom
Lantai 1 – 7	GS1	Balok Uk. 600x1000
Lantai 8 – 14	GS2	Balok Uk. 600x1000
Lantai 15 – 21	GS3	Balok Uk. 600x1000
Lantai 22 – 28	GS4	Balok Uk. 400x800
Lantai 29 – 34	GS5	Balok Uk. 400x800

Dari analisa ETABS dengan desain skenario 2, didapatkan hasil reaksi dari struktur dan total berat struktur seperti yang tersaji pada gambar 4.25 berikut.

Group	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
ALL	3114975.7225	19068156.000	3897753.220	3897753.220	0.0000
GS1	692191.1229	4424541.000	853351.1960	853351.1960	0.0000
GS2	667867.4670	4186077.000	829027.5401	829027.5401	0.0000
GS3	634442.3916	3858384.600	795602.4647	795602.4647	0.0000
GS4	606029.6638	3579832.200	767189.7369	767189.7369	0.0000
GS5	484379.3151	2724562.800	622516.5206	622516.5206	0.0000

Gambar 4.25 Reaksi total berat struktur pada desain skenario 2

Pada hasil reaksi ETABS desain skenario 2, dihasilkan berat sebesar 19.068 ton. Pengurangan bobot dari skenario 2 sebesar ± 1.052 ton.

Dari hasil perhitungan analisa ETABS, dapat diketahui bahwa ada perbedaan reaksi perletakan atau bobot struktur pada masing-masing desain. Perbedaan total reaksi perletakan disajikan pada tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 Rekapitulasi Bobot Struktur

DESAIN	BOBOT STRUKTUR (kgf)	PERSENTASE PENGURANGAN
Asli	32,162,604	-----
Skenario 1	20.121.030	37,51%
Skenario 2	19.068.156	40,77%

Setelah didapat persentase pengurangan bobotnya pada tahap kreatif, maka dapat dilanjutkan ke tahap analisa.

4.4.4 Analisa Kebutuhan Tiang Pancang

Pada penelitian ini, penulis ingin mengetahui kebutuhan jumlah tiang pancang pada masing-masing desain dan skenario. Tujuan penulis menghitung kebutuhan tiang pancang agar mengetahui pengurangan kebutuhan jumlah tiang pancang dengan maksud adanya pengurangan biaya pada sektor pondasi.

Menurut data dilapangan, rata-rata kedalaman tiang pancang pada pekerjaan pembangunan apartemen ini sampai dengan 24 meter.

A. Desain Asli

Reaksi yang dihasilkan oleh program bantu ETABS pada desain asli ini dirangkum pada tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 Reaksi Struktur pada Desain Asli

	FX		FY	
	Max	Min	Max	Min
kgf	12,237	(12,237)	12,775	(12,775)
knm	121.16	(121.16)	126.49	(126.49)

	FZ		MX	
	Max	Min	Max	Min
kgf	1,614,658	952,969	48,519	(48,519)

knm	15,986.71	9,435.34	480.39	(480.39)
------------	-----------	----------	--------	----------

	MY		MZ	
	Max	Min	Max	Min
kgf	50,793	(50,733)	24	(24)
knm	502.90	(502.31)	0.24	(0.24)

Untuk reaksi gaya horizontal yang dipakai pada perhitungan kebutuhan tiang pancang digunakan yang paling besar yakni 15,986.71 kN.

Diketahui :

$$D = 0.9 \text{ m} ; r = 0.45 \text{ m}$$

$$L = 24 \text{ meter}$$

$$H = 13,736.53 \text{ kN}$$

$$Cu = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} L_1 &= \left(\frac{My}{4.5 \times Cu \times D} + 2.25 D^2 \right)^{0.5} \\ &= \left(\frac{431.74}{4.5 \times 40 \times 0.9} + 2.25 \times 0.9^2 \right)^{0.5} \\ &= 2.12 \end{aligned}$$

$$L > L_1$$

$$24 > 2.12 \rightarrow \text{diperiksa } L_2 = 1.5D + f_2 + g_2$$

$$\begin{aligned} F_2 &= -(1.5 D) + \left((1.5 D)^2 + \frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5} \\ &= -(1.5 \times 0.9) + \left((1.5 \times 0.9)^2 + \frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5} \\ &= 1.32 \end{aligned}$$

$$G_2 = \left(\frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5}$$

$$= \left(\frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5}$$

$$= 2.308$$

$$L_2 = 1.5D + f_2 + g_2$$

$$= 1.5 \times 0.9 + 1.32 + 2.308$$

$$= 4.978$$

$$L_1 < L_2 < L$$

$$2.19 < 4.978 < 24 \rightarrow \text{Tiang Panjang}$$

$$L/D = 24/0.9 = 27.8$$

$$e/D = 0/0.9 = 0$$

$$\frac{2My}{Cu D^3} = 29.62 \rightarrow \text{dari grafik didapat } \frac{Q_L}{Cu \times D^2} = 15$$

$$\text{Maka, } Q_L = 15 \times Cu \times D^2$$

$$= 15 \times 40 \times 0.9^2$$

$$= 486 \text{ kN}$$

$$\bar{Q}_L = \frac{486}{SF} = \frac{486}{3} = 162 \text{ kN}$$

$$n = \frac{15,986.71}{162} = 98.68 = 100 \text{ tiang pancang}$$

Jumlah titik pemancangan tiang dengan asumsi 1 titik membutuhkan 2 tiang pancang (kedalaman rata-rata 24 meter) maka terdapat 43 titik tiang pancang.

B. Skenario 1

Reaksi yang dihasilkan oleh program bantu ETABS pada desain asli ini dirangkum pada tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 Reaksi Struktur Pada Desain Skenario 1

	FX		FY	
	Max	Min	Max	Min
Kgf	10,321	(10,319)	10,698	(10,698)
Knm	102.19	(102.17)	105.92	(105.92)

	FZ		MX	
	Max	Min	Max	Min
Kgf	991,624	569,743	38,409	(38,409)
Knm	9,818.06	5,641.02	380.28	(380.28)

	MY		MZ	
	Max	Min	Max	Min
kgf	40,031	(40,026)	15	(15)
knm	396.35	(396.29)	0.15	(0.15)

Untuk reaksi gaya horizontal yang dipakai pada perhitungan kebutuhan tiang pancang digunakan yang paling besar yakni 9,818.06 kN.

Diketahui :

$$D = 0.9 \text{ m} ; r = 0.45 \text{ m}$$

$$L = 24 \text{ meter}$$

$$H = 9,818.06 \text{ kN}$$

$$Cu = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$L_1 = \left(\frac{My}{4.5 \times Cu \times D} + 2.25 D^2 \right)^{0.5}$$

$$= \left(\frac{431.74}{4.5 \times 40 \times 0.9} + 2.25 \times 0.9^2 \right)^{0.5}$$

$$= 2.12$$

$$L > L_1$$

$$24 > 2.12 \rightarrow \text{diperiksa } L_2 = 1.5D + f_2 + g_2$$

$$F_2 = -(1.5 D) + \left((1.5 D)^2 + \frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5}$$

$$= -(1.5 \times 0.9) + \left((1.5 \times 0.9)^2 + \frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5}$$

$$= 1.32$$

$$\begin{aligned} G_2 &= \left(\frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5} \\ &= \left(\frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5} \\ &= 2.308 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_2 &= 1.5D + f_2 + g_2 \\ &= 1.5 \times 0.9 + 1.32 + 2.308 \\ &= 4.978 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_1 &< L_2 < L \\ 2.19 &< 4.978 < 24 \rightarrow \text{Tiang Panjang} \end{aligned}$$

$$L/D = 24/0.9 = 27.8$$

$$e/D = 0/0.9 = 0$$

$$\frac{2My}{Cu D^3} = 29.62 \rightarrow \text{dari grafik didapat } \frac{Q_L}{Cu \times D^2} = 15$$

$$\begin{aligned} \text{Maka, } Q_L &= 15 \times Cu \times D^2 \\ &= 15 \times 40 \times 0.9^2 \\ &= 486 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\bar{Q}_L = \frac{486}{SF} = \frac{486}{3} = 162 \text{ kN}$$

$$n = \frac{9,818.06}{162} = 60.60 = 62 \text{ tiang pancang}$$

C. Skenario 2

Reaksi yang dihasilkan oleh program bantu ETABS pada desain asli ini dirangkum pada tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Reaksi Struktur Pada Desain Skenario 2

	FX		FY	
	Max	Min	Max	Min
Kgf	9,939	(9,938)	10,328	(10,328)
Knm	98.41	(98.40)	102.26	(102.26)

	FZ		MX	
	Max	Min	Max	Min
Kgf	925,596	0	37,045	(37,045)
Knm	9,164.32	0.00	366.78	(366.78)

	MY		MZ	
	Max	Min	Max	Min
Kgf	38,627	(38,619)	14	(14)
Knm	382.44	(382.37)	0.14	(0.14)

Untuk reaksi gaya horizontal yang dipakai pada perhitungan kebutuhan tiang pancang digunakan yang paling besar yakni 9,164.32 kN.

Diketahui :

$$D = 0.9 \text{ m} ; r = 0.45 \text{ m}$$

$$L = 24 \text{ meter}$$

$$H = 9,164.32 \text{ kN}$$

$$Cu = 40 \text{ kN/m}^2$$

$$L_1 = \left(\frac{My}{4.5 \times Cu \times D} + 2.25 D^2 \right)^{0.5}$$

$$= \left(\frac{431.74}{4.5 \times 40 \times 0.9} + 2.25 \times 0.9^2 \right)^{0.5}$$

$$= 2.12$$

$$L > L_1$$

$$24 > 2.12 \rightarrow \text{diperiksa } L_2 = 1.5D + f_2 + g_2$$

$$F_2 = -(1.5 D) + \left((1.5 D)^2 + \frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5}$$

$$= -(1.5 \times 0.9) + \left((1.5 \times 0.9)^2 + \frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5}$$

$$= 1.32$$

$$G_2 = \left(\frac{My}{2.25 \times Cu \times D} \right)^{0.5}$$

$$= \left(\frac{431.74}{2.25 \times 40 \times 0.9} \right)^{0.5}$$

$$= 2.308$$

$$L_2 = 1.5D + f_2 + g_2$$

$$= 1.5 \times 0.9 + 1.32 + 2.308$$

$$= 4.978$$

$$L_1 < L_2 < L$$

2.19 < 4.978 < 24 → Tiang Panjang

$$L/D = 24/0.9 = 27.8$$

$$e/D = 0/0.9 = 0$$

$$\frac{2My}{Cu D^3} = 29.62 \rightarrow \text{dari grafik didapat } \frac{Q_L}{Cu \times D^2} = 15$$

$$\text{Maka, } Q_L = 15 \times Cu \times D^2$$

$$= 15 \times 40 \times 0.9^2$$

$$= 486 \text{ kN}$$

$$\bar{Q}_L = \frac{486}{SF} = \frac{486}{3} = 162 \text{ kN}$$

$$n = \frac{9,164.32}{162} = 56.56 = 58 \text{ tiang pancang}$$

Tabel 4.21 Rekapitulasi Kebutuhan Tiang Pancang

DESAIN	JUMLAH TIANG PANCANG	PERSENTASE PENGURANGAN
Desain Asli	100 buah	----
Desain Skenario 1	62 buah	38%
Desain Skenario 2	58 buah	42%

Dengan perhitungan diatas didapatkan bahwa dengan adanya rekayasa desain terdapat pengurangan penggunaan tiang pancang dan ini akan berdampak pada reduksinya pengeluaran biaya.

4.4.5 Analisa Perbandingan Biaya

Dalam analisa ini, alternatif yang telah di running analisis, dianalisa dari segi biaya nya. Yang dihitung adalah seluruh perbandingan alternatif dengan memperhitungkan biaya dari masing-masing material di seluruh lantai. Beberapa dasar untuk analisa perbandingan ini adalah :

1. Inflasi diabaikan.
2. Harga beton sesuai dengan HSPK Surabaya 2013.
3. Harga material sesuai dengan HSPK Surabaya 2013.

Berikut analisa perbandingan biaya nya pada masing-masing desain.

Tabel 4.22 Analisa Biaya Desain Asli

No.	Description	Qty	Unit	Unit Price	Total Price
1	Dinding Interior Bata Biasa	15.779,4	M ²	Rp. 57.200	Rp. 902.581.680
2	Dinding Eksterior Bata Biasa	14.099,8	M ²	Rp. 57.200	Rp. 806.508.560
3	Pelat Lantai Beton Bertulang	6.554,52	M ³	Rp. 1.117.970	Rp. 7.327.756.724
4	Tiang Pancang	100	Pcs	Rp. 9.640.800	Rp. 960.408.000
5	Volume Beton	6.846,565	M ³	Rp. 1.117.970	Rp. 7.654.254.273
GRAND TOTAL					Rp. 17.651.509.247

Tabel 4.23 Analisa Biaya Desain Skenario 1

No.	Description	Qty	Unit	Unit Price	Total Price
1	Dinding Interior Bata Ringan	15.779,4	M ²	Rp. 48.813	Rp. 902.581.680
2	Dinding Eksterior Panel Precast	816	Pcs	Rp. 894.550	Rp. 729.952.800
3	Pelat Lantai Panel Precast	1088	Pcs	Rp. 1.520.735	Rp. 1.654.559.680
4	Tiang Pancang	62	Pcs	Rp. 9.640.800	Rp. 597.729.600
5	Volume Beton	6.253,543	M ³	Rp. 1.117.970	Rp. 6.991.273.467
GRAND TOTAL					Rp. 10.876.097.247

Tabel 4.24 Analisa Biaya Desain Skenario 2

No.	Description	Qty	Unit	Unit Price	Total Price
1	Dinding Interior Bata Ringan	15.779,4	M ²	Rp. 48.813	Rp. 902.581.680
2	Dinding Eksterior Bata Ringan	14.099,8	M ²	Rp. 48.813	Rp. 546.720.000
3	Pelat Lantai Beton Ringan	1088	Pcs	Rp. 1.955.750	Rp. 2.127.856.000
4	Tiang Pancang	58	Pcs	Rp. 9.640.800	Rp. 559.166.400
5	Volume Beton	6.169,882	M ³	Rp. 1.117.970	Rp. 6.897.742.979
GRAND TOTAL					Rp. 11.034.067.159

4.5 Tahap Rekomendasi

Setelah tahap informasi, kreatif dan telah dilakukannya analisa yang menghasilkan alternatif-alternatif lainnya, maka tahap selanjutnya adalah membuat rekomendasi atas hasil studi rekayasa nilai. Pada tugas akhir ini, tahap rekomendasi ditabelkan seperti yang terlihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Summary Analisis Rekayasa Desain

No.	Elemen Bangunan	Desain Asli	Skenario 1	Skenario 2
1	Dinding <ul style="list-style-type: none"> • Dinding Eksterior • Dinding Interior 	Bata Biasa Bata Biasa	Panel Precast Bata Ringan	Bata Ringan Bata Ringan
2	Pelat Lantai	Cor in situ	Pelat precast	Pelat beton ringan

3	Dimensi Kolom <ul style="list-style-type: none"> • Group Story 1 • Group Story 2 • Group Story 3 • Group Story 4 • Group Story 5 	90 x 90 90 x 90 80 x 80 70 x 70 60 x 60	80 x 80 80 x 80 70 x 70 60 x 60 60 x 60	80 x 80 80 x 80 70 x 70 60 x 60 50 x 50
4	Dimensi Balok <ul style="list-style-type: none"> • Group Story 1 • Group Story 2 • Group Story 3 • Group Story 4 • Group Story 5 	600 x 1000 600 x 1000 600 x 1000 400 x 800 400 x 800	600 x 1000 600 x 1000 600 x 1000 400 x 800 400 x 800	600 x 1000 600 x 1000 600 x 1000 400 x 800 400 x 800
5	Berat Struktur (Kg)	32,162,604	20,121,030	19,068,156
6	Tiang Pancang	100 TP	62 TP	58 TP

Tabel 4.26 Summary Perbandingan Biaya

No.	Desain	Total Biaya	Persentase Pengurangan Biaya
1	Desain Asli	Rp. 17.651.509.247	--- %
2	Alternatif 1	Rp. 10.876.097.247	38,38%
3	Alternatif 2	Rp. 11.034.067.159	37,49%

Jadi alternatif yang disarankan untuk penghematan biaya pada item pekerjaan dinding dan pelat lantai adalah alternatif 1. Dengan besar persentase cost saving sebesar 38,38%.



BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa modifikasi struktur apartemen Linden Tower Marvell City Surabaya didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Alternatif yang dapat digunakan adalah alternatif 1.
2. Pada pekerjaan dinding eksterior disarankan menggunakan panel precast.
3. Pekerjaan dinding interior / partisi menggunakan bata ringan atau hebel.
4. Pelat lantai pada desain asli menggunakan beton cor in situ dapat di ganti dengan pelat lantai precast. Penghematan biaya pada pekerjaan ini mencapai Rp. 5.673.197.044.
5. Terdapat pengurangan penggunaan tiang pancang sampai 38%.
6. Penghematan biaya menggunakan desain alternatif 1 mencapai Rp. 6.775.412.000 dari desain asli atau sebesar 38,38%.

5.2 Saran

Untuk penelitian value engineering selanjutnya untuk menghemat lebih besar biaya bangunan dapat dilakukan pula pada pekerjaan arsitektur dan *mechanical electrical*.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, S. (1987). *Aplikasi Value Engineering & Analysis Pada Perencanaan Dan Pelaksanaan Untuk Mencapai Program Efisiensi*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Chandra, S. (2014). *Maximizing Construction Project And Investment Budget Efficiency With Value Engineering*. Jakarta : PT Elex Media Komputindo
- Crum, L.W. (1971). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations*. Kingston : MA, RS Means.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Badan Penelitian dan Pengembangan Permukiman dan Prasarana Wilayah Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Permukiman. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Donald, S. (1992). *Professional Construction Management : including C.M., Design-Construct, and General Contracting*. Michigan University : McGraw-Hill
- Hardiyatmo, H.C. (2006). *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Universitas Gajah Mada : GMUP
- Hidayat, A.N. (2011). *Rekayasa Nilai Pembangunan Gedung Rusunawa Ambarawa*. Tugas Akhir S1. Semarang : Universitas Diponegoro.

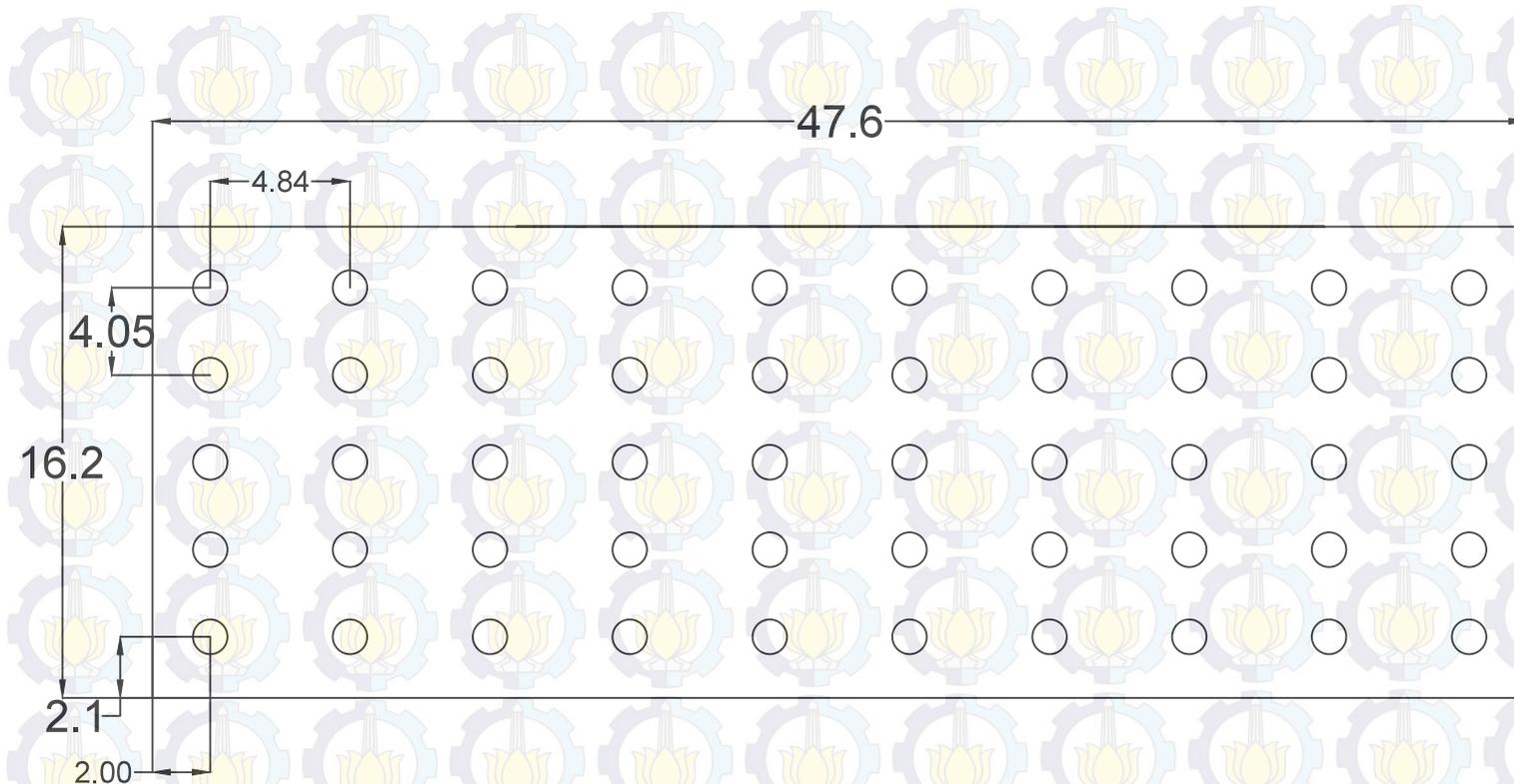
- Hidayat, F. (2010). *Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan Dengan Bata Merah*. Tugas Akhir S1. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hutabarat, J. (1995). *Rekayasa Nilai (Value Engineering)*. Malang : Institut Teknologi Nasional.
- Kurniawan, I. (2012). *Modifikasi Struktur Pada Proyek Mall dan Apartemen Seasons City Menggunakan Value Engineering*. Tugas Akhir S1. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Soeharto, I. (2001). *Manajemen Proyek*, Jilid 2. Semarang : Erlangga
- Zimmerman, L. (1982). *Value Engineering : A Practical Approach for Owners, Designers, and Contractors*. Michigan University : Wiley & Sons, Incorporated, John.

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Dede Prasetyo Nugraha, lahir di Jakarta pada 11 Agustus 1991 merupakan anak pertama dari 4 bersaudara dan beralamat di Jl. Bintara 14 No.19 Rt.05/09, Bekasi Barat. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Pulo Gebang 02 (1997-2003), SLTP Negeri 172 Jakarta (2003-2006), SMA Negeri 50 Jakarta (2006-2009) dan Diploma 3 Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta (2009-2012). Penulis selanjutnya melanjutkan jenjang pendidikan S1 Lintas Jalur di Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Surabaya melalui Tes Ujian masuk pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 106 028.

Email: dedeprastyo91@gmail.com



DENAH TIANG PANCANG

CONSTRUCTION
PD STR 01

CATATAN :

- SEMUA UKURAN DALAM M KECUALI DINYATAKAN LAIN, UKURAN DISESUAIKAN DENGAN GAMBAR ARSITEK DI LAPANGAN.
- DENAH TIANG PANCANG PADA DESAIN ASLI PADA PERHITUNGAN DIDAPATKAN 100 TIANG PANCANG

No.	TANGGAL	REVISI
NAMA PROYEK		
LOKASI		TAHUN
SURABAYA, JAWA TIMUR		2014
PEMBERI TUGAS		
PERENCANA		
TANGGAL		G.R
Digambar		
Diperiksa		
Disetujui		
GAMBAR		SKALA
DENAH TIANG PANCANG DESAIN ASLI		
No.	Kode	Jml. Lembar
01		03

CATATAN :

1. SEMUA UKURAN DALAM M
KECUALI DINYATAKAN LAIN,
UKURAN DISESUAIKAN DENGAN GAMBAR
ARSITEK DI LAPANGAN.
2. DENAH TIANG PANCANG PADA SKENARIO 1
PADA PERHITUNGAN DIDAPKAN 62 TIANG
PANCANG, NAMUN PADA APLIKASI DI LAPANGAN
DIDAPKAN 72 TIANG PANCANG.

No.	TANGGAL	REVISI

NAMA PROYEK

LOKASI

TAHUN

SURABAYA, JAWA TIMUR 2014

PEMBERI TUGAS

PERENCANA

TANGGAL

Digambar G.R

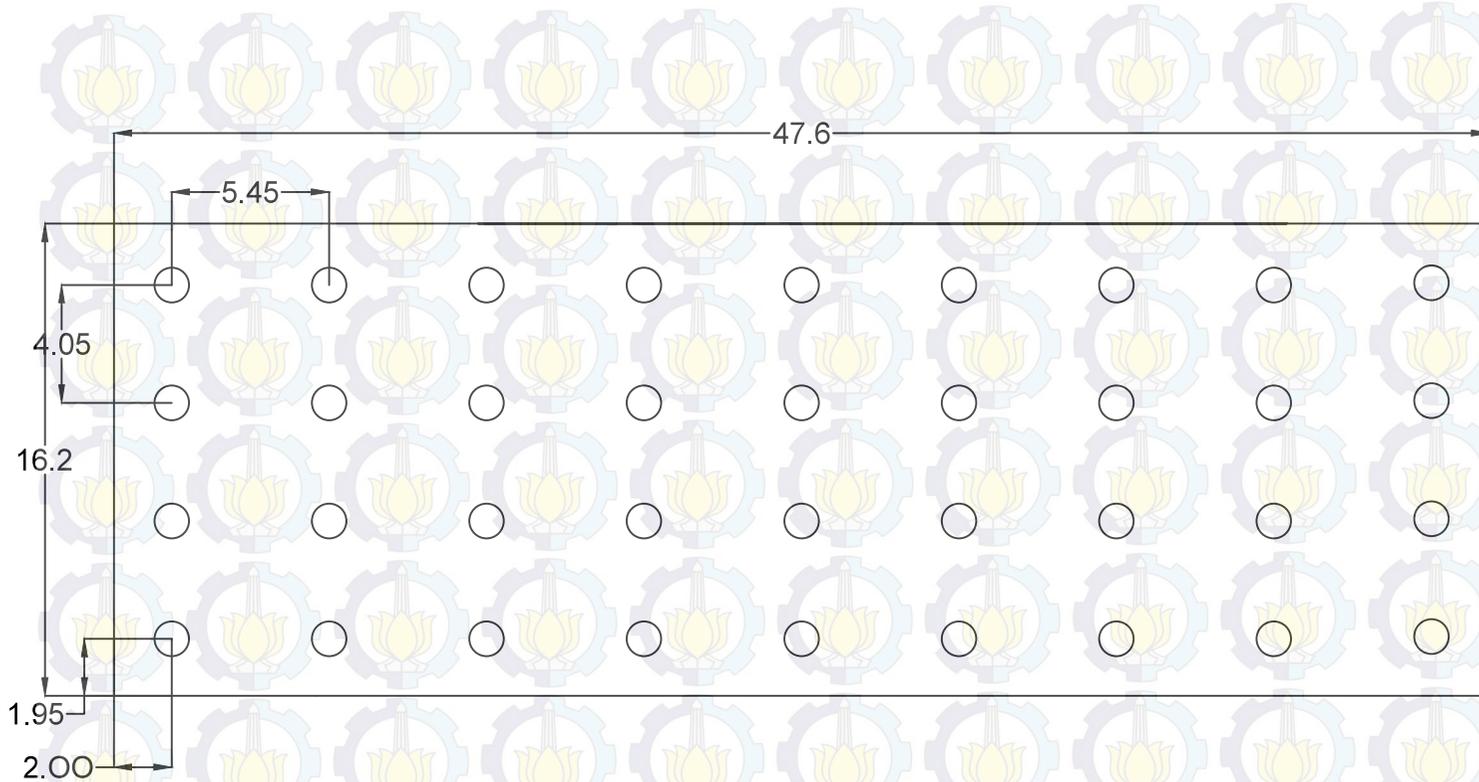
Diperiksa

Disetujui

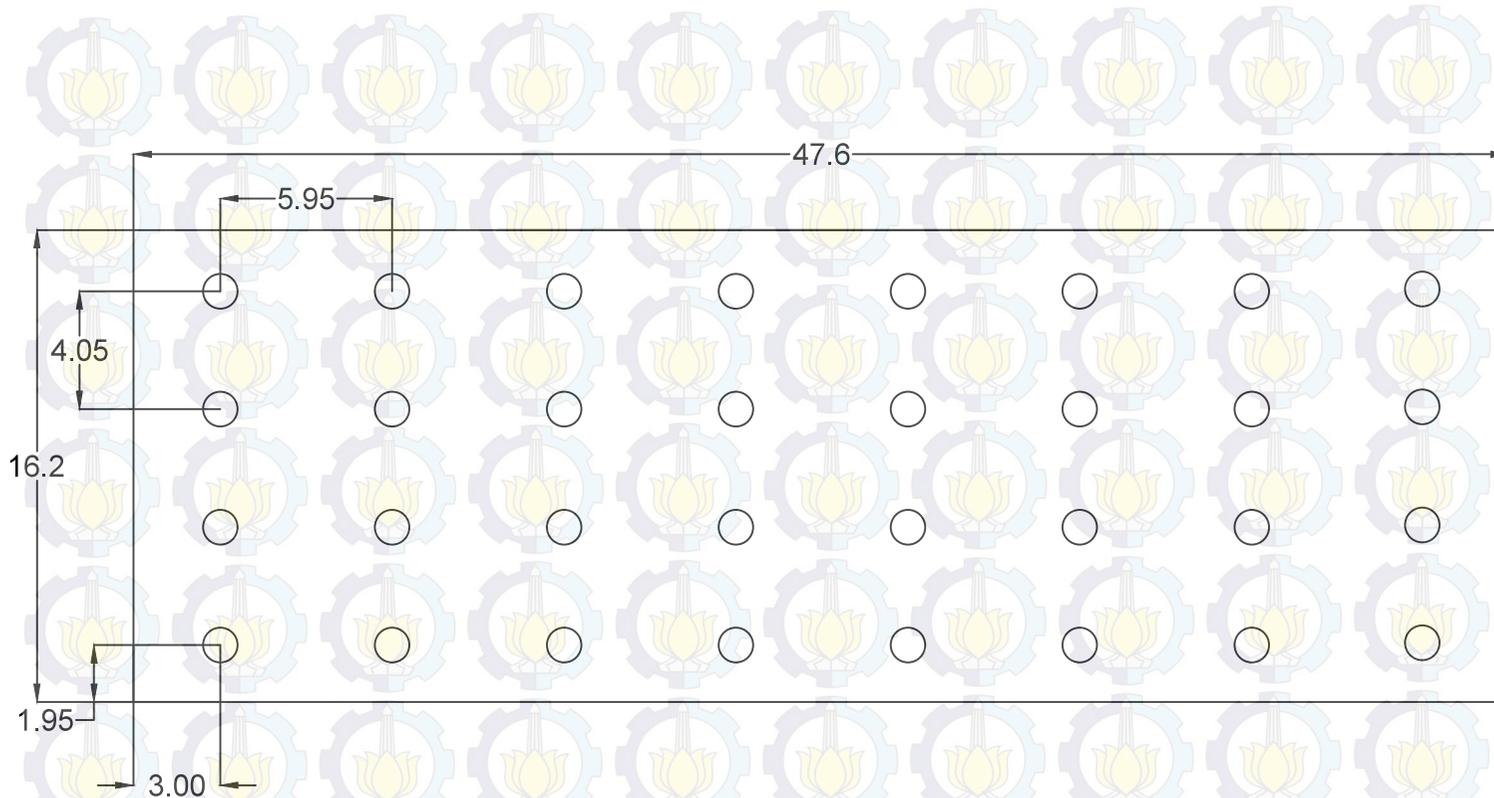
GAMBAR SKALA

DENAH TIANG PANCANG
DESAIN SKENARIO 1

No.	Kode	Jml. Lembar
02		03



DENAH TIANG PANCANG CONSTRUCTION
PD STR 02



DENAH TIANG PANCANG

CONSTRUCTION

PD STR 03

CATATAN :

1. SEMUA UKURAN DALAM M
KECUALI DINYATAKAN LAIN,
UKURAN DISESUAIKAN DENGAN GAMBAR
ARSITEK DI LAPANGAN.
2. DENAH TIANG PANCANG PADA SKENARIO 2
PADA PERHITUNGAN DIDAPATKAN 58 TIANG
PANCANG, NAMUN PADA APLIKASI DI LAPANGAN
DIDAPATKAN 64 TIANG PANCANG.

No. TANGGAL REVISI

NAMA PROYEK

LOKASI TAHUN

SURABAYA, JAWA TIMUR 2014

PEMBERI TUGAS

PERENCANA

TANGGAL

Digambar G.R

Diperiksa

Disetujui

GAMBAR SKALA

DENAH TIANG PANCANG
DESAIN SKENARIO 3

No. Kode Jml. Lembar

03 03

UNTUK PERSETUJUAN :

UNTUK INFORMASI :

UNTUK TENDER :

UNTUK KONSTRUKSI : ○

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Posisi Tiang Pancang Desain Asli

Lampiran 2 Posisi Tiang Pancang Skenario 1

Lampiran 3 Posisi Tiang Pancang Skenario 2

Lampiran 4 Asistensi TA

