

TUGAS AKHIR

ANALISA REKAYASA NILAI PADA STRUKTUR ATAP
PEMBANGUNAN LABORATORIUM FTI UII
YOGYAKARTA



Disusun Oleh :

IWAN AGUSDIANSJAH

No. Mhs : 91 310 097
NIRM : 91 0051013114120093

HENDRI

No. Mhs : 91 310 102
NIRM : 91 0051013114120098

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

1997

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA REKAYASA NILAI PADA STRUKTUR ATAP
PEMBANGUNAN LABORATORIUM FTI UII
YOGYAKARTA**

Disusun Oleh :

IWAN AGUSDIANSJAH


No. Mhs : 91 310 097
NIRM : 91 0051013114120093

HENDRI


No. Mhs : 91 310 102
NIRM : 91 0051013114120098

Telah diperiksa dan Disetujui oleh :

Ir. H. Moch. Teguh, MSCE
Pembimbing I


Tanggal : 14-02-1998

Ir. Faisol AM, MS
Pembimbing II


Tanggal : 10-1-98

HALAMAN MOTTO

Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggung jawaban.
(QS. AL ISRA' 36)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tulisan ini dipersembahkan kepada:

- *Ibu dan Ayah serta keluarga yang tercinta,*
- *kekasih yang baik hati dan*
- *rekan-rekan seperjuangan.*

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrohim

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dipanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu prasyarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa dalam memperoleh derajat kesarjanaan dalam bidang ilmu Teknik Sipil program Strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama penyelesaian Tugas Akhir ini tentunya banyak pihak yang telah membantu. Pada kesempatan ini diucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Susastrawan MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil UII yang telah memberikan persetujuan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ir. Bambang Sulistiono MSCE, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ir. M. Teguh MSCE, selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Ir. Faisol AM, selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.

5. Ir. Tadjuddin BMA, selaku Dosen Rekayasa Nilai yang telah memberikan bantuan literatur, bimbingan dan dorongan dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Ir. Roviq Muttaqin, selaku Manajer Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium FTI, UII dari PT. Pembangunan Perumahan Cabang V.
7. Ir. Agus Siswanto, selaku Manajer Teknik Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium FTI, UII dari dari PT. Pembangunan Perumahan Cabang V.
8. Ir. Benny Prastowo, selaku kakak tingkat yang telah banyak memberikan bantuan literatur.
9. Rekan-rekan yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Disadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Kritik dan saran sangat dibutuhkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhirnya diharapkan hasil yang disajikan dalam Tugas Akhir ini dapat membawa manfaat bagi pembaca, dan khususnya bagi diri penyusun.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Desember 1997

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN MOTTO | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| INTISARI | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Tujuan dan Manfaat Studi | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah | 2 |
| 1.4. Pendekatan Studi | 3 |
| 1.5. Metode Penelitian | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1. Uraian Umum | 6 |
| 2.2. Rencana Keraja Rekayasa Nilai | 9 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 12 |
| 3.1. Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya | 12 |
| 3.1.1. Pengertian “Value” | 12 |
| 3.1.2. Pengertian Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya | 14 |
| 3.2. Waktu Penerapan Rekayasa Nilai | 15 |
| 3.3. Tahapan Analisa Rekayasa Nilai | 17 |
| 3.3.1. Tahapan Informasi | 17 |
| 3.3.2. Tahapan Kreatif | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.3. Tahapan Penilaian dan Analisa | 19 |
| 3.3.4. Tahapan Pengembangan | 31 |
| 3.3.5. Tahapan Rekomendasi | 31 |
| 3.4. Pengertian Berpikir Kreatif | 32 |
| 3.5. Analisa Fungsional | 33 |
| 3.6. "Life Cicle Cost" | 36 |
| 3.6.1. Konsep Nilai Waktu Uang ("Time Value Of Money") | 38 |
| 3.6.2. Konsep "Present Value" | 39 |
| 3.6.3. Dasar-dasar Perhitungan "Present Value" | 40 |
| 3.6.4. Penggunaan "Present Value" pada Rekayasa Nilai | 41 |
| BAB IV TRUKTUR RANGKA KUDA-KUDA..... | 43 |
| 4.1. Pengertian Umum | 43 |
| 4.2. Jenis Struktur Rangka Kuda-kuda | 44 |
| 4.2.1 Profil Baja | 44 |
| 4.2.2 Kayu | 48 |
| 4.2.3 Beton Bertulang | 49 |
| 4.3. Pembebanan | 51 |
| 4.3.1. Beban Mati | 51 |
| 4.3.2. Beban Hidup | 51 |
| 4.3.3. Beban Angin | 52 |
| BAB V APLIKASI REKAYASA NILAI PADA STRUKTUR ATAP | 53 |
| 5.1. Latar Belakang Proyek | 53 |
| 5.2. Tahapan Informasi | 54 |
| 5.3. Tahapan Kreatif | 60 |
| 5.4. Tahapan Penilaian dan Analisa | 60 |
| 5.4.1. Analisa Keuntungan dan Kerugian | 61 |
| 5.4.2. Analisa Tingkat Kelayakan | 63 |
| 5.4.3. Analisa Matriks | 64 |
| 5.5. Tahapan Pengembangan | 70 |
| 5.5.1. Hitungan Konstruksi | 71 |

| | |
|---|----|
| 5.5.2. Biaya Pemeliharaan | 73 |
| 5.5.3. Siklus Hidup (“Life Cicle Cost”) | 73 |
| 5.6. Tahapan Rekomendasi | 75 |
| BAB VI PEMBAHASAN | 86 |
| 6.1. Analisa Keuntungan dan Kerugian | 86 |
| 6.2. Analisa Kelayakan | 87 |
| 6.3. Analisa Matriks | 88 |
| 6.4. Biaya Siklus Hidup | 89 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN | 90 |
| 7.1. Kesimpulan | 90 |
| 7.2. Saran | 91 |
| DAFTAR PUSTAKA | 92 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1.1 Diagram Alir Rencana Kerja Rekayasa Nilai | 5 |
| Gambar 3.1 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai..... | 16 |
| Gambar 3.2 Aturan Dasar Diagram FAST..... | 36 |
| Gambar 3.3 Biaya Siklus Hidup | 38 |
| Gambar 5.1 Diagram FAST Struktur Atap Proyek..... | 59 |
| Gambar 5.2 Rangka Kuda-kuda Terpakai | 78 |
| Gambar 5.3 Jurai Terpakai | 79 |
| Gambar 5.4 Kuda-kuda Profil WF..... | 80 |
| Gambar 5.5 Kuda-kuda Rangka Siku Ganda..... | 81 |
| Gambar 5.6 Jurai Usulan | 82 |
| Gambar 5.7 Lanjutan Jurai Usulan | 83 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 3.1 Model Biaya Proyek | 18 |
| Tabel 3.2 Skala Banding Berpasangan | 27 |
| Tabel 3.3 Matriks Perbandingan Berpasangan | 28 |
| Tabel 3.4 Indeks “Random Value” | 31 |
| Tabel 5.1 Data Proyek | 55 |
| Tabel 5.2 “Cost Model” Pekerjaan Struktur Atap | 57 |
| Tabel 5.3 Kuisisioner Tahap Informasi | 58 |
| Tabel 5.4 Ide dan Alternatif Rangka Kuda-kuda | 60 |
| Tabel 5.4 Analisa Untung Rugi | 61 |
| Tabel 5.6 Analisa Kelayakan | 63 |
| Tabel 5.7 Analisa Matriks | 69 |
| Tabel 5.8 Spesifikasi Kuda-kuda Profil WF | 71 |
| Tabel 5.9 Spesifikasi Kuda-kuda Rangka Siku Ganda | 71 |
| Tabel 5.10 Harga Jurai Alternatif | 72 |
| Tabel 5.11 Harga Kuda-kuda Terpakai | 72 |
| Tabel 5.12 Harga Jurai Terpakai | 72 |
| Tabel 5.13 Biaya Pemeliharaan Dalam “present worth” | 73 |
| Tabel 5.14 Harga Kuda-kuda dan Penghematan | 74 |
| Tabel 5.15 Biaya Siklus Hidup (“annual cost”) | 74 |
| Tabel 6.1 Hasil Analisa Keuntungan dan kerugian | 87 |
| Tabel 6.2 Hasil Penilaian analisa Kelayakan | 87 |
| Tabel 6.3 Hasil Penilaian Analisa Matriks | 88 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel “Cost Model” Proyek
- Lampiran 2. Parameter Kriteria Disain Kuda-kuda
- Lampiran 3. Perhitungan Kuda-kuda
- Lampiran 4. Rencana Anggaran Biaya Proyek
- Lampiran 5. Gambar Rangka Kuda-kuda Proyek

INTISARI

Dalam Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknologi dan Manajemen Industri UII Yogyakarta, struktur atap yang digunakan adalah struktur rangka baja dengan bentang 20 meter. Secara umum pembangunan struktur kuda-kuda dengan bentang lebih besar dari 10 meter akan lebih efisien dengan penggunaan baja profil WF sebagai bahan dasar struktur, karena faktor kemudahan pemasangan, daya dukung dan waktu pelaksanaan yang lebih efisien. Analisa studi menggunakan asumsi penerapan rekayasa nilai pada saat tahapan perencanaan, sehingga harga yang digunakan untuk masing-masing perhitungan kuda-kuda adalah sama. Analisa ini melakukan pengumpulan data proyek, pemilihan faktor-faktor yang maksimal bagi penghematan, dan pengajuan ide-ide alternatif yaitu dengan pengajuan empat disain alternatif. Analisa alternatif-alternatif tersebut dilakukan dua tahap, yaitu tahapan pertama berupa analisa keuntungan dan kerugian serta analisa tingkat kelayakan dan tahapan kedua dilakukan dengan analisa matriks dan perhitungan penghematan selama umur konstruksi (biaya siklus hidup). Hasil analisa didapatkan kuda-kuda baja profil WF sebagai alternatif pertama dan rangka kuda-kuda baja siku ganda sebagai alternatif kedua. Penghematan biaya inisial didapat sebesar Rp.73.104.422,12 untuk kuda-kuda baja profil WF dan Rp.64.016.984,60 untuk kuda-kuda rangka siku ganda, sedangkan penghematan annual didapat Rp.13.917.803,45 untuk kuda-kuda baja profil WF dan Rp.11.315.786,76 untuk kuda-kuda baja rangka siku ganda. Hasil analisa menunjukkan nilai efisiensi yang cukup besar dengan penerapan studi rekayasa nilai, tanpa mengorbankan mutu bagi disain yang telah direncanakan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menjelang era pasar bebas ASEAN pada tahun 2003, Indonesia merupakan negara berkembang yang termasuk dalam kesepakatan tersebut, mau tidak mau harus mempersiapkan diri untuk menghadapinya. Persiapan tersebut berupa pembangunan pada sektor fisik dan non fisik. Upaya fisik yang dilakukan adalah melaksanakan pembangunan di segala bidang yang diarahkan pada pembangunan infrastruktur dan suprastruktur yang membutuhkan dana besar. Dalam pengelolaan dana yang besar, usaha peningkatan efisiensi dan penghematan dana (proporsional) dapat melipatgandakan keuntungan serta meningkatkan daya saing perusahaan dalam persaingan pasar. Salah satu usaha untuk mencapai efisiensi penggunaan dana, khususnya dalam pembangunan bidang konstruksi, adalah pemanfaatan metode rekayasa nilai guna menghasilkan alternatif perencanaan dan metode pelaksanaan konstruksi untuk mendapatkan biaya terendah dari pembangunan suatu proyek.

Pembangunan proyek Laboratorium Fakultas Teknik Industri UII Yogyakarta menggunakan rangka baja pada struktur atapnya, dengan bentangan yang panjang (20 meter), sehingga sangat memungkinkan dilakukan studi analisa rekayasa nilai terhadap pekerjaan ini. Hal ini disebabkan pada bentangan panjang penggunaan rangka baja pada struktur atap secara umum tidak efisien.

1.2 Tujuan dan Manfaat Studi

Studi yang akan ditelaah bertujuan untuk:

1. menganalisa penerapan rekayasa nilai pada obyek yang ditinjau, yaitu pekerjaan struktur atap pada Proyek Pembangunan Gedung Laboratorium FTI, UII Yogyakarta,
2. mengetahui pencapaian fungsi rekayasa nilai dalam mereduksi biaya, menjaga konsistensi penampilan, dan kualitas dari obyek yang ditinjau.
3. pencapaian efisiensi yang optimal dari pembangunan proyek yang ditinjau.

Manfaat studi pada analisa ini ialah dapat memahami kegunaan penerapan rekayasa nilai pada suatu proyek dalam mengurangi biaya yang tidak perlu.

1.3 Batasan Masalah

Agar studi ini dapat terarah sesuai dengan tujuan, maka lingkup pekerjaan yang dianalisa adalah struktur atap (rangka kuda-kuda, jurai, gording dan nok) pada gedung tersebut diatas, dengan asumsi :

1. persyaratan dari pemilik proyek (Badan Wakaf UII) terhadap bentuk disain struktur dan bahan struktur alternatif tidak ditentukan,
2. disain struktur dan penggunaan bahan struktur berdasarkan data yang ada (pembebanan dan kondisi lapangan),
3. studi tidak melakukan revisi atau pengkajian ulang, melainkan implementasi studi analisa rekayasa nilai terhadap disain yang sudah ada.

1.4 Pendekatan Studi

Pendekatan yang dilakukan dalam menganalisa penerapan rekayasa nilai dalam pembangunan proyek adalah sebagai berikut:

1. melakukan komparasi antara struktur yang dianalisa (struktur atap) dengan beberapa alternatif yang mungkin digunakan,
2. penggunaan referensi yang umum digunakan dalam pemilihan alternatif pengganti struktur.

1.5 Metode Penelitian

Pengkajian yang dilakukan adalah dengan metode pentahapan yang umum dilakukan pada setiap implementasi rekayasa nilai, yaitu dengan lima tahapan sebagai berikut ini.

1. Tahap informasi atau pengumpulan data (“information phase”).

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data atau informasi sebanyak mungkin yang berhubungan dengan disain proyek, informasi biaya, informasi teknis, dan mutu yang diandalkan bagi proyek. Agar pada disain alternatif yang diajukan didapat pengertian secara menyeluruh terhadap sistem, struktur atau bagian-bagian yang akan dianalisa dengan metode rekayasa nilai. Kemudian dibuat diagram analisa fungsi, yaitu menguraikan tiap elemen dengan fungsinya masing-masing sesuai dengan klasifikasinya sebagai fungsi utama dan fungsi sekunder.

2. Tahap kreatif (“creative phase”).

Pada tahapan ini dikembangkan pemikiran dan gagasan yang kreatif dan inovatif untuk membuat alternatif disain yang baru, tanpa meninggalkan fungsi dasar dari elemen yang ditinjau. Pada tahap kreatif pengembangan pemikiran dan gagasan bebas dilakukan tanpa batasan yang transparan, sehingga dimungkinkan makin banyaknya ide-ide yang muncul.

3. Tahap penilaian dan analisa (“judgement phase”).

Pada tahapan ini seluruh alternatif yang timbul pada tahapan sebelumnya dihitung dan dipertimbangkan keuntungan dan kerugiannya, dipandang dari berbagai sudut. Kemudian dibuat rangking hasil penilaian. Dari hasil evaluasi ini dapat dipilih ide yang terbaik untuk tahap berikutnya.

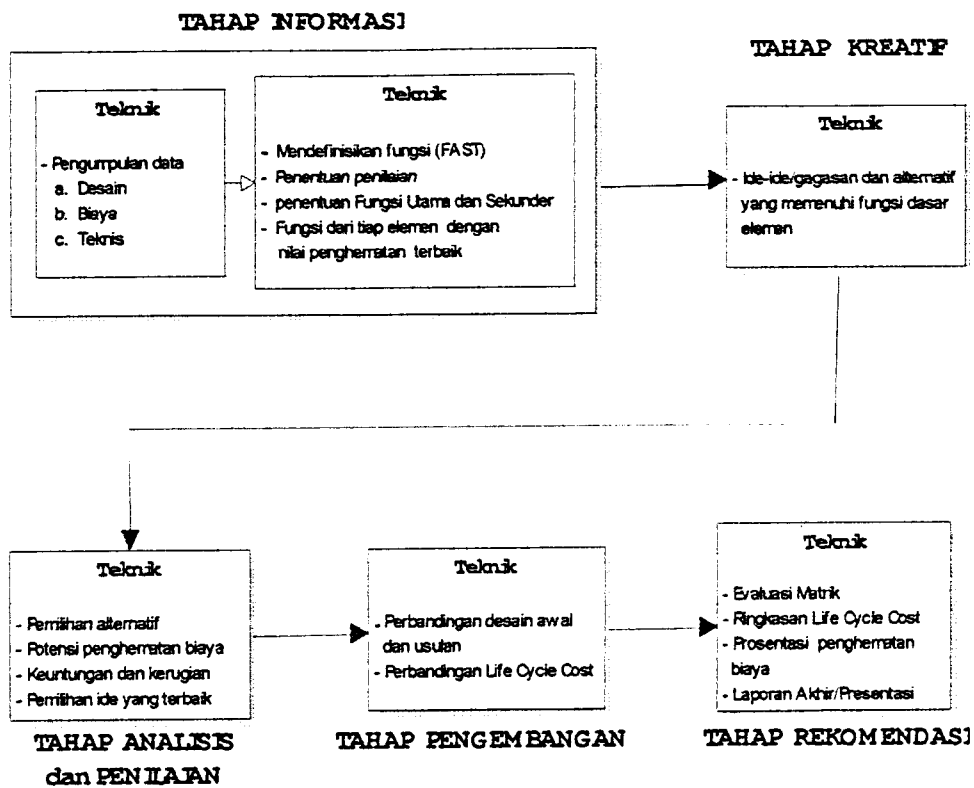
4. Tahap pengembangan (“development phase”).

Dalam tahap ini semua ide atau pendapat yang ada dibuat gambaran tentang disainnya, memperkirakan biaya siklus hidup (“life cycle cost”) dari disain awal dan yang baru serta dibuat perbandingannya.

5. Tahapan rekomendasi (“recommendation phase”).

Tahapan terakhir dimana dibuat rekomendasi dari tahapan sebelumnya yang berupa evaluasi secara matriks maupun ringkasan biaya siklus hidup (“life cycle cost”) yang berupa nilai penghematan terbesar. Kemudian dibuat ringkasan laporan yang dapat diajukan sebagai rekomendasi, yang dibuat secara singkat, jelas dan tepat.

Dari lima rencana kerja tersebut dapat dilihat diagram alir pelaksanaan rencana kerja rekayasa nilai yang akan dilakukan sebagai berikut ini.



Gambar. 1.1 Diagram Alir Rencana Kerja Rekayasa Nilai

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Rekayasa nilai timbul pada akhir perang dunia ke II, ketika itu salah satu perusahaan di Amerika Serikat bernama General Electrics (G.E) sedang mengalami kekurangan material dan tenaga kerja, untuk menghadapi kesulitan itu Lawrence D. Miles seorang insinyur elektro yang bekerja pada perusahaan itu mengembangkan sistem yang disebut “Value Analysis”, yaitu suatu sistem yang melakukan substitusi material atau penggantian bahan. Teknik ini berfaedah untuk mengurangi biaya dan meningkatkan produksi pada perusahaan tersebut, yang terbukti dapat melakukan reduksi biaya dalam jumlah yang besar. Pada awalnya teknik ini dilakukan dengan suatu pendekatan fungsional, baru kemudian pada tahun-tahun berikutnya dikembangkan melalui pendekatan keilmuan dengan pengadaan seminar-seminar serta pelatihan tentang “Value Analysis” (Heller,1972).

Setelah “Value Analysis” ini dikenal faedahnya, maka mulai dimanfaatkan pula untuk proses produksi, sejak saat itu sistem ini disebut “Value Engineering” atau Rekayasa Nilai, bertahun-tahun kemudian rekayasa nilai sering digunakan dalam berbagai program, hingga tahun 1972 “Departement of Public Building Service” mengembangkan rekayasa nilai secara luas, yang pada akhirnya menjadi

keharusan setiap pelayanan manajemen konstruksi untuk memakainya. Selain di Amerika Serikat negara-negara yang menggunakan sistem ini adalah :

1. Jepang mulai diperkenalkan tahun 1970 melalui “Institut of Business and Management of Tokyo”,
2. Kanada memulai pada tahun 1978 melalui “Departement of Public Works of Canada”,
3. Italia memulai pada tahun 1978 melalui “Chemint of Milan”,
4. Australia mulai menggunakan pada tahun 1979 pada dua perusahaan di Australia.

Di Indonesia sendiri awal penggunaan rekayasa nilai dilakukan pada saat peninjauan kembali sebagian disain dari proyek Jalan Cawang Fly Over pada tahun 1986 yang tengah dikerjakan pelaksanaan fisiknya (M.Anas, 1988). Dalam pelaksanaan pada proyek ini prinsip utama dari rekayasa nilai yaitu “mendapatkan penghematan biaya tanpa mengurangi fungsi dasarnya” telah diterapkan dan hasilnya adalah penghematan beberapa milyar rupiah.

Karena rekayasa nilai termasuk baru diterapkan di Indonesia maka diambil keputusan-keputusan sebagai pematapan pelaksanaan rekayasa nilai dengan terbitnya SK no.72/KPTS/Db/1987 tertanggal 13 Desember 1987 yakni surat keputusan Dirjen Bina Marga tentang pembentukan Tim Analisa Nilai Direktur Jendral Bina Marga (“TAN-DJBM”) yang bertugas :

1. mengusulkan proyek-proyek yang akan mendapatkan studi rekayasa nilai,
2. menetapkan persyaratan proyek yang akan dilaksanakan rekayasa nilai,

3. menetapkan insentif bagi kontraktor dan konsultan,

Pemantapan dalam bidang perijinan bagi pelaksanaan dan penerapan rekayasa nilai dapat dilakukan dengan permintaan Menteri Pekerjaan Umum kepada Menteri Keuangan dengan Surat No. PR. 05.02-MN/1002/ tanggal 19 Desember 1987. Dengan berbagai pemantapan ini rekayasa nilai diharapkan akan berkembang dengan baik di Indonesia.

Rekayasa Nilai adalah suatu metode untuk mewujudkan suatu produk dengan fungsi yang diinginkan dengan biaya terendah, tetapi bukan suatu metode untuk mengurangi biaya, melainkan suatu orientasi biaya tanpa mengurangi fungsi utamanya.

Dalam proses pembangunan tidak hanya menghasilkan produk, tapi prosesnya sendiri memberikan dampak yang positif. Agar pembangunan dapat efektif dan efisien, hendaknya rasio antara harga dan biaya yang dihasilkan sesuai dengan disain (secara total dan parsial), yang dirumuskan sebagai berikut (E.D Heller, 1971):

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}}$$

Ratio > 2, jelas akan terjadi penghematan jika dilakukan rekayasa nilai.

Ratio 1 - 2, kemungkinan akan terjadi penghematan jika dilakukan rekayasa nilai.

Ratio < 1, tidak mungkin terjadi penghematan, karena biaya yang dikeluarkan tidak memenuhi fungsi yang diharapkan.

Maksud dari :

1. Biaya (“Cost”) adalah sejumlah uang, waktu, tenaga, dan lain-lain yang diperlukan untuk memperoleh suatu fasilitas produk baik berupa barang ataupun jasa yang diinginkan.
2. Harga (“Worth”) adalah biaya terendah yang dibutuhkan untuk membentuk fungsi.

Tujuan dari rekayasa nilai adalah untuk memperoleh suatu produk atau bangunan, agar terjadi keseimbangan antara fungsi-fungsi yang dimiliki dengan biaya yang dikeluarkan dengan cara menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu, tanpa harus mengorbankan mutu, keandalan, dan performance dari suatu produk atau bangunan tersebut.

2.2 Rencana Kerja Rekayasa Nilai

Dalam rekayasa nilai ada beberapa pendapat tahapan kerja yang dilakukan dalam penerapan rekayasa nilai, pendapat-pendapat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menurut E.P.A (Environmental Protection Agency)
 - a. Tahapan Informasi (“information phase”).
 - b. Tahapan kreatif (“creative Phase”).
 - c. Tahapan analisa (“analytical phase”).
 - d. Tahapan investigasi (“investigation phase”).
 - e. Tahapan rekomendasi (“recommendation phase”).

2. Menurut G.S.A (General Service Agency)
 - a. Tahapan informasi (“information phase”)
 - b. Analisa fungsi (“functional analysis”)
 - c. Tahapan kreatif (“creative phase”)
 - d. Tahapan penilaian (“judgement phase”)
 - e. Tahapan pengembangan (“development phase”)
 - f. Tahapan presentasi (“presentation phase”)
3. Menurut Larry Zimmerman dan Glen. D. Hart (1971)
 - a. Tahapan informasi (“information phase”)
 - b. Tahapan kreatif (“creative phase”)
 - c. Tahapan penilaian (“judgement phase”)
 - d. Tahapan pengembangan (“development phase”)
 - e. Tahapan rekomendasi (“recommendation phase”)
4. Menurut Alphonse J. Dell’Isola (1975)
 - a) Tahapan informasi (“information phase”)
 - b) Tahapan spekulasi (“speculative phase”)
 - c) Tahapan analisa (“analytical phase”)
 - d) Tahapan proposal (“proposal phase”)

5. Menurut Lawrence. D. Miles (1970)
 - a) Langkah informasi (“information step”)
 - b) Langkah analisa (“analysis step”)
 - c) Langkah kreatif (“creativity step”)
 - d) Langkah penilaian (“judgement step”)
 - e) Langkah rencana pengembangan (“development planning step”)

6. Menurut Edward. D. Heller (1972)
 - a) Tahapan informasi (“information phase”)
 - b) Tahapan kreatif (“creative step”)
 - c) Tahapan evaluasi (“evaluation phase”)
 - d) Tahapan investigasi (“investigation phase”)
 - e) Tahapan pelaporan (“reporting phase”)

Dari beberapa versi pendapat tersebut, semua memberikan dasar pendekatan yang sama. Sehingga tahapan yang akan digunakan dalam penyusunan studi ini menggunakan lima tahapan yang umum digunakan yakni seperti tahapan berikut ini :

1. tahap informasi,
2. tahap kreatif,
3. tahap penilaian,
4. tahap pengembangan,
5. tahap rekomendasi atau presentasi.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya

3.1.1 Pengertian Value

Sebelum dibahas mengenai rekayasa nilai secara keseluruhan, terlebih dahulu dipilah terminologi mendasar dalam ilmu rekayasa nilai, yaitu *Value* (nilai). Value sulit untuk didefinisikan dengan tegas dan tepat, karena definisi dari value sangat tergantung dari kondisi dan waktu yang berhubungan dengan obyek yang ditinjau. Oleh karena itu secara global value hanya bisa didefinisikan sebagai nilai atau kegunaan dari suatu obyek. Definisi tersebut secara fleksibel akan berubah sesuai kondisi obyek yang ditinjau (sesuai konteksnya). Berikut ini beberapa definisi value yang diikuti oleh obyek yang berbeda.

1. Nilai kegunaan (“use value”)

Pemilikan dan kualitas yang diperkirakan dapat direalisasikan kegunaannya.

2. Nilai penampilan (“performance value”)

Pemilikan, penampilan, atau kualitas lain yang menimbulkan keinginan untuk memilikinya.

3. Nilai tukar (“change value”)

Bagian atau kualitas yang memungkinkan untuk ditukarkan dengan sesuatu yang lain.

4. Nilai ekonomis (“economic value”), Nilai politik (“politik value”), dll.

nilai (“value”) dari suatu obyek dapat ditingkatkan dengan meningkatkan penampilan (“performance”) obyek tersebut dan menurunkan biaya (“cost”) yang dibutuhkan untuk mendapatkan obyek tersebut. Oleh karena itu nilai hampir tidak bisa konstan, tergantung dari faktor-faktor yang mempengaruhinya yaitu permintaan pasar terhadap perubahan penampilan dan perubahan biaya. Secara ekstrem nilai dapat dirumuskan sebagai berikut (E.D. Heller, 1971):

$$V = \frac{P}{C} \quad \text{atau} \quad V_{\text{maks}} = \frac{P_{\text{maks}}}{C_{\text{min}}} \quad ; \quad V_{\text{maks}} = \frac{F}{C_{\text{min}}}$$

Dengan : V = Nilai (“value”) ; V_{maks} = Nilai maksimum

P = Penampilan (“performance”) ; P_{maks} = Penampilan maksimum

C = Biaya (“cost”) ; C_{min} = Biaya minimum

F = Fungsi

Maksud dari penampilan (“performance”) adalah kinerja dari suatu produk yang mempunyai nilai tertentu.

3.1.2 Pengertian Rekayasa Nilai dan Dasar Pemikirannya

Untuk mendefinisikan Rekayasa Nilai secara tepat terdapat berbagai pendapat yaitu:

1. Menurut Larry. W. Zimmerman P.E dan Glen. D. Hart (1971)

Rekayasa Nilai adalah suatu teknik manajemen yang mencoba menggunakan pendekatan sistematis untuk mencari keseimbangan fungsi yang terbaik antara biaya, kinerja, dan penampilan dari suatu produk atau proyek. Program ini adalah untuk memperbaiki kemampuan manajemen dan meningkatkannya dengan mengidentifikasi dan mengurangi biaya yang tidak diperlukan.

2. Menurut Lawrence. D. Miles (1972)

Suatu pendekatan kreatif yang terorganisasi bertujuan untuk mengidentifikasi biaya yang tidak perlu, biaya yang tidak perlu ini tidak memberikan mutu, kegunaan, mengurangi penampilan yang tidak diinginkan konsumen.

3. Menurut Edward. D. Heller (1971)

Rekayasa Nilai adalah suatu kesadaran, penerapan teknik-teknik yang tersusun secara sistematis ditujukan untuk mengidentifikasi fungsi-fungsi yang diinginkan dengan biaya yang minimal.

Dari berbagai pendapat tersebut dapat diambil suatu pengertian bahwa rekayasa nilai adalah suatu teknik manajemen dengan menggunakan pendekatan sistematis, kreatif dan usaha terorganisasi, yang diarahkan untuk menganalisa fungsi dari suatu sistem, untuk mencapai fungsi tersebut dengan biaya yang serendah-rendahnya, tanpa keluar dari batasan fungsional dan teknik yang berlaku.

Dasar pemikiran yang mendasari perlunya Rekayasa Nilai adalah bahwa disetiap kegiatan selalu terdapat biaya-biaya yang tidak perlu yang disebabkan antara lain oleh sempitnya waktu yang disediakan untuk proses perencanaan, kurangnya informasi, Kurangnya kreatifitas dalam mengembangkan gagasan-gagasan baru, kurang tepatnya konsepsi, kebijakan dari pelaku birokrasi, dan lain-lain. Sehingga kebutuhan akan program Rekayasa Nilai sangat diperlukan, karena kondisi yang mendesak, yaitu:

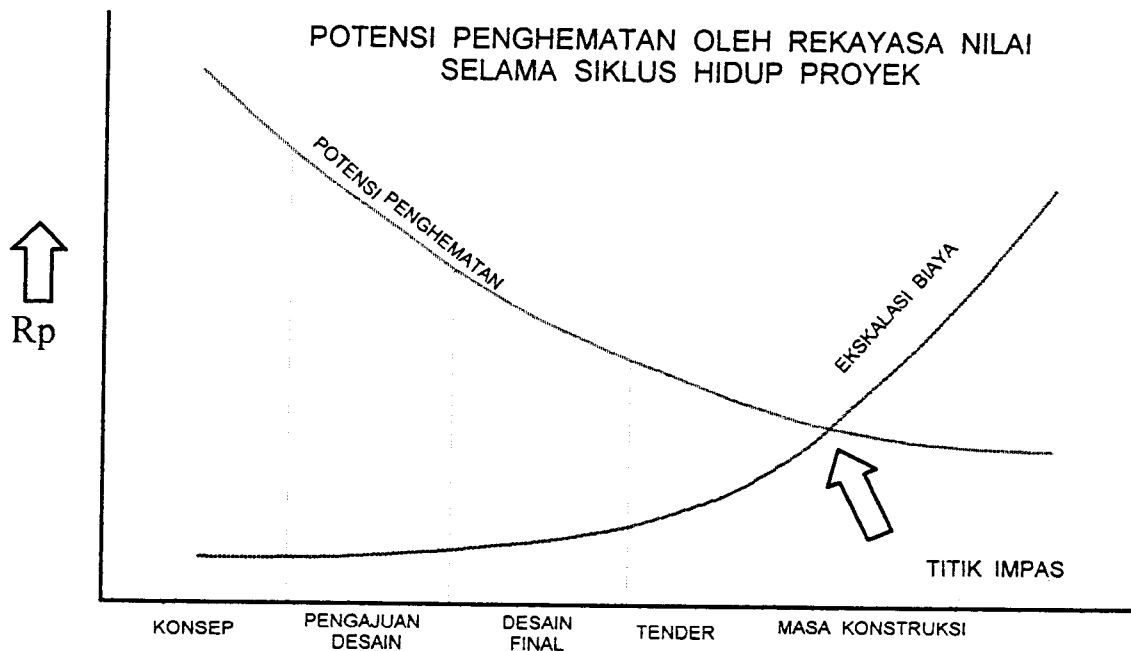
1. biaya konstruksi yang meningkat,
2. terbatasnya sumber dana dalam pembangunan,
3. suku bunga bank yang tinggi dan inflasi yang meningkat setiap tahun,
4. kemajuan teknologi yang semakin pesat,
5. terjadinya persaingan ketat hampir di semua bidang kegiatan.

3.2 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

Secara teoritis, studi rekayasa nilai dapat diterapkan pada setiap tahap sepanjang waktu proyek. Dari tahapan awal konsep hingga tahap akhir proyek,

bahkan sampai tahap penggantian. Studi rekayasa nilai akan lebih menguntungkan jika diterapkan sejak awal proyek (pada tahap perencanaan / konsep), karena pada tahap ini fleksibilitas untuk mengadakan perubahan-perubahan lebih besar tanpa mengeluarkan biaya-biaya tambahan untuk disain ulang.

Besarnya penghematan yang akan diperoleh dengan penerapan studi rekayasa nilai pada tahap-tahap waktu proyek dapat dilihat pada gambar 2.1, terlihat semakin awal penerapan studi rekayasa nilai saving akan semakin besar, hingga pada suatu titik pada tahap “construction saving” = 0.



Gambar 3.1 Waktu Penerapan Rekayasa Nilai

3.3 Tahapan Analisa Studi Rekayasa Nilai

3.3.1 Tahapan Informasi

Dalam tahapan ini dilakukan pengumpulan data proyek sebanyak mungkin, antara lain :

1. fisik, berupa informasi karakteristik fisik dari proyek,
2. metode, berupa informasi bagaimana barang itu dibuat atau dipergunakan,
3. performance, berupa informasi tentang performance sekarang dan persyaratan yang diperlukan,
4. konstrain, berupa informasi tentang batasan kriteria desain yang dipakai,
5. biaya, berupa informasi dari perkiraan biaya,
6. kuantitas, berupa informasi mengenai jumlah volume yang ada,
7. proyek, berupa informasi tentang status proyek, jadual waktu pengerjaan, metode pengerjaan, keuangan, tarif, dan organisasi proyek.

Dari data tersebut dibuat model biaya (“cost model”) dengan mencari nilai yang terbesar sampai yang terkecil, seperti contoh tabel model biaya (“cost model”) berikut ini.

Tabel 3.1. Model biaya (“cost model”) proyek

| No | Jenis Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan | Jumlah Rp (x 1000) | Grafik |
|----|---------------------|--------|--------|--------------|---------------------|--------|
| 1 | Pekerjaan persiapan | M3 | 10.000 | 4000 | 40.000 | |
| 2 | Beton Pondasi Lajur | M3 | 2000 | 300.000 | 600.000 | |
| 3 | Beton Struktur | M3 | 3000 | 300.000 | 900.000 | |
| 4 | Struktur Atas | Set | 1000 | 400000 | 400.000 | |
| 5 | Finishing | Set | 1000 | 200.000 | 200.000 | |

Untuk menentukan penghematan potensial dari masing-masing pekerjaan diatas dipilih dan diutamakan pekerjaan yang biayanya besar. Kemudian dibuat analisa fungsional untuk menentukan fungsi yang utama dan fungsi yang sekunder, dengan diperhitungkan ratio keseluruhan biaya (“cost”) fungsi utama dibanding dengan harga (“worth”) dari fungsi utama, dari ratio ini dapat diketahui indikasi kualitas alternatif. Makin tinggi nilai ratio makin baik.

3.3.2 Tahapan Kreatif

Tahapan ini memerlukan ide-ide kreatif dari berbagai alternatif yang tetap memenuhi syarat fungsi utamanya, yaitu dengan memberikan alternatif-alternatif yang lebih murah dari desain yang sudah ada, pemilihan alternatif-alternatif ini menggunakan 10 rating (Zimmerman dan Hart, 1971), yaitu rating yang bernilai lebih tinggi adalah fungsi yang lebih utama.

3.3.3 Tahapan Penilaian dan Analisa.

Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengkritik atau menguji ide yang diberikan pada tahapan kreatif dan harus dibuat seobyektif mungkin yang berupa :

1. pemilihan alternatif,
2. eliminasi ide yang praktis,
3. potensi penghematan biaya,
4. kelebihan dan kekurangan dari ide-ide tersebut dipilih yang terbaik, dan ide tersebut diberi nilai.

Pada tahapan penilaian dan analisa dilakukan dua tahap pengevaluasian hasil dari ide kreatif, yaitu tahap analisa keuntungan kerugian dan analisa tingkat kelayakan serta tahap analisa matriks. Hasil analisa keuntungan kerugian dan analisa tingkat kelayakan akan bersama-sama dibahas dalam analisa matriks, hasil analisa matriks akan dipilih 2 alternatif terbaik, yang akan dibahas dalam tahap pengembangan sebagai disain usulan.

1. Analisa Keuntungan dan Kerugian

Dalam analisa keuntungan kerugian kriteria yang dapat dinilai dan dapat dipakai untuk menganalisa setiap pekerjaan yaitu biaya awal, waktu pelaksanaan, kemampuan struktur menahan beban, mudahnya pelaksanaan, Kemungkinan diterapkan, pabriksi, dan pemeliharaan struktur.

Dalam memberikan penilaian atas kriteria-kriteria yang ditinjau harus ditentukan dulu salah satu kriteria, kemudian baru ditentukan kriteria lain secara relatif terhadap kriteria tadi. Kriteria utama yang dipandang sangat penting diberi nilai 3 (tiga) untuk kriteria awal, sedang kriteria lain ditetapkan secara relatif. Nilai kriteria diberikan secara rinci sebagai berikut :

a. biaya awal (nilai = 3)

karena titik berat dalam studi rekayasa nilai adalah peghematan biaya maka faktor biaya adalah yang utama (terpenting).

b. waktu pelaksanaan (nilai = 2)

Semakin lama waktu pelaksanaan, maka akan semakin banyak menyita waktu dalam penyelesaian, karena struktur berpengaruh terhadap pelaksanaan struktur yang lain.

c. Kemampuan struktur menahan beban (nilai = 1)

Kemampuan struktur dalam mendukung beban erat kaitannya dengan faktor keamanan struktur, maka faktor ini cukup penting peranannya.

d. pelaksanaan kontruksi (mudah/sulit) (nilai = 1)

Semakin mudah pelaksanaan akan membantu mempercepat penyelesaian proses konstruksi.

e. Kemungkinan diterapkan (nilai = 1)

Suatu metode akan dapat diterapkan bila sesuai dengan kondisi setempat serta atau menurut aturan-aturan yang diberlakukan, hal ini sifatnya mutlak.

f. Pabrikasi (nilai = 1)

Kualitas suatu bahan akan lebih terjamin bila diproduksi oleh pabrik, sehingga akan memberikan kepastian hasil hitungan konstruksi.

g. Biaya pemeliharaan (nilai = 1)

Umur rencana dari struktur berpengaruh besar terhadap biaya pemeliharaan dari struktur yang akan digunakan

Nilai kriteria secara rinci diberikan sebagai berikut :

| | |
|---|------|
| a. biaya awal | = 3 |
| b. waktu pelaksanaan | = 2 |
| c. kemampuan menahan beban | = 1 |
| d. pelaksanaan konstruksi (mudah/sulit) | = 1 |
| e. kemungkinan diterapkan | = 1 |
| f. pabrikasi | = 1 |
| g. biaya pemeliharaan | = 1 |
| <hr/> | |
| Total | = 10 |

Sistem penilaian dilakukan dengan membandingkan semua kriteria terhadap komponen yang ditinjau dari segi keuntungan dan kerugian. Apabila kriteria berada dalam kolom keuntungan diberi nilai positif (+) dari nilai kriteria tersebut dan sebaliknya jika dikolom kerugian mendapat nilai negatif (-) setelah ide kreatif diberi nilai, lalu dijumlahkan. Jumlah nilai komponen / ide kreatif tersebut antara (-10) dan (+10).

2. Analisa Tingkat Kelayakan

Analisa tingkat kelayakan adalah metode lain menyeleksi/menilai masing-masing ide kreatif yang diajukan, hasil dari penyaringan ini dipilih beberapa alternatif yang mempunyai nilai tertinggi dalam penilaian tahap ini untuk diajukan dalam analisa matriks.

Kriteria-kriteria yang umum dipakai dalam analisa tingkat kelayakan adalah sebagai berikut ini.

- a. Biaya pengembangan, yang berkaitan dengan :
 - 1) biaya perancangan kembali,
 - 2) biaya pemesanan kembali,
 - 3) biaya pengembangan kembali.
- b. Penggunaan teknologi, yaitu yang berkaitan dengan :
 - 1) teknologi baru atau teknologi yang sudah biasa dilakukan (lama),
 - 2) sumber daya manusia dan perangkat kerasnya.
- c. Kemungkinan penerapan, berkaitan dengan kemungkinan :
 - 1) diterima oleh pemilik proyek,
 - 2) pabrikasi
 - 3) sesuai dengan kondisi lapangan.
- d. Waktu pelaksanaan, berkaitan dengan :
 - 1) waktu perancangan kembali,

- 2) waktu pemesanan kembali,
- 3) waktu pabrikasinya,
- 4) lama pelaksanaan dilapangan.

e. Keuntungan biaya potensial, yang berkaitan dengan :

- 1) penghematan biaya awal ,
- 2) penghematan biaya selama siklus hidup .

f. Sarana alat kerja, yang berkaitan dengan :

- 1) mudah tidaknya dioperasikan,
- 2) pengadaan alat kerja .

Kriteria tersebut diberi nilai antara 0 - 10 seperti pada :

a. penggunaan teknologi, dengan penggunaan teknologi baru dibutuhkan sumber daya dan perangkat yang lebih baik, sehingga strata penilaian semakin kecil dengan semakin tinggi/modernnya teknologi yang digunakan.

- 1) teknologi canggih / terbaru = 0
- 2) teknologi biasa / Konvensional = 10

b. biaya pengembangan, dengan kriteria penilaian:

- 1) tanpa biaya = 10
- 2) biaya tinggi = 0

c. kemungkinan diterapkan, dengan kriteria penilaian:

- 1) dapat diterapkan = 10
- 2) tidak mungkin diterapkan = 0

d. waktu pelaksanaan, dengan kriteria penilaian:

- 1) waktu pekerjaan singkat = 10
- 2) waktu pekerjaan lama = 0

e. keuntungan biaya potensial, dengan kriteria penilaian:

- 1) ada keuntungan potensial = 10
- 2) tanpa keuntungan potensial = 0

f. sarana alat kerja, dengan kriteria penilaian:

- 1) mudah dioperasikan dan mudah didapat = 10
- 2) sulit dioperasikan dan sulit didapat = 0

setiap kriteria pada analisa kelayakan diberi nilai. Kemudian nilai-nilai tersebut dijumlahkan untuk setiap alternatif. Alternatif yang mempunyai nilai tertinggi diberi urutan atau rangking 1, nilai berikutnya yang lebih rendah diberi urutan 2 dan seterusnya. Bila ada dua alternatif atau lebih yang mempunyai nilai sama, maka urutan akan sama. Kemudian dipilih beberapa alternatif yang mempunyai urutan tertinggi.

3. Analisa Matriks

Tujuan dari analisa matriks adalah untuk menilai masing-masing dari ide kreatif yang ada. Analisa ini merupakan seleksi penilaian tahap kedua dari dua sistem analisa penilaian sebelumnya yaitu analisa untung rugi dan analisa tingkat kelayakan.

Kriteria-kriteria yang digunakan untuk analisa matrik, akan dilakukan konsultasi dengan para ahli tentang bahan pembentuk struktur yang ditinjau serta

standar yang umum dipakai untuk disain struktur tersebut. Kriteria hasil konsultasi harus diuji dan diberi nilai, untuk uji dan pembobotan dipakai metode hirarki analitis. Masing-masing kriteria mempunyai bobot hasil dari proses hirarki analitis, yang mempunyai bobot skala sebagai berikut :

4 = Baik sekali (“excellent”)

3 = Baik (“good”)

2 = Wajar (“fair”)

1 = Rendah/jelek (“Poor”)

Proses hirarki analitis adalah suatu model bersifat fleksibel yang memberikan kesempatan bagi perseorangan atau kelompok untuk membangun gagasan dan mendefinisikan persoalan-persoalan dengan cara membuat asumsi-asumsi untuk memperoleh pemecahan.

Proses Hirarki Analitis (PHA) dikembangkan oleh L. Saaty, seorang matematikawan dari Universitas Pittsburgh. PHA, merupakan model yang memungkinkan kita mengambil keputusan dengan mengkombinasikan data obyektif dan data subyektif secara logis. Data obyektif adalah fakta ataupun data-data numerik hasil perhitungan, sedang data subyektif didasari pendalaman dan pengalaman.

Ada tiga prinsip dalam memecahkan persoalan dengan PHA yaitu :

a. Penyusunan struktur hirarki

Hirarki adalah pemecahan masalah menjadi elemen-elemen yang terpisah menurut tingkat kepentingan. Penyusunan hirarki berhubungan dengan pengidentifikasian elemen-elemen suatu masalah, pengelompokan elemen-elemen dalam kelompok yang homogen, dan mengatur kelompok-kelompok ini dalam tingkatan yang berbeda. Tingkat teratas dari suatu hirarki hanya berisi satu elemen yaitu tujuan pokok yang dinamakan fokus. Tingkat berikutnya berisi elemen yang lebih spesifik yang merupakan uraian dari tingkat di atasnya.

b. Penentuan prioritas.

Prioritas adalah besar kecilnya kontribusi suatu elemen untuk mencapai tujuan, langkah pertama dalam menetapkan prioritas adalah dengan menetapkan prioritas elemen-elemen dalam penilaian yang berpasangan, yaitu dibandingkan berpasangan terhadap suatu kriteria yang ditentukan. Perbandingan berpasangan dibentuk menjadi matrik bujur sangkar dengan ordo yang sesuai dengan jumlah elemen dalam tingkatan tersebut. Pendekatan matrik ini unik karena dapat mewakili aspek prioritas, yaitu lebih penting, sama penting, dan kurang penting. Dalam penilaian perbandingan berpasangan digunakan skala penilaian sebagai berikut ini.

Tabel 3.2 Skala Banding Secara Berpasangan

| Kepentingan | Definisi | Keterangan |
|--|---|--|
| 1 | Sama penting | Kedua elemen memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan |
| 3 | Elemen yang satu sedikit lebih penting dari elemen yang lain | Pengalaman dan pertimbangan sedikit menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya |
| 5 | Elemen yang satu esensial / sangat penting ketimbang elemen yang lainnya. | Pengalaman dan perhitungan dengan kuat menyokong satu elemen atas elemen yang lainnya |
| 7 | Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya | Satu elemen dengan kuat disokong, dan dominannya terlihat dalam praktik |
| 9 | Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya. | Bukti yang menyokong elemen yang satu atas yang lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan. |
| 2,4,6,8 | Nilai tengah diantara dua pertimbangan yang berdekatan | Kompromi diperlukan antara dua pertimbangan |
| catatan: Kebalikannya bila elemen i mendapat nilai n dibandingkan dengan elemen j, maka elemen j mendapat nilai $\frac{1}{n}$ bila dibandingkan faktor I | | |

Untuk memulai proses perbandingan berpasangan, skala banding berpasangan dibuat menjadi matriks bujur sangkar sesuai dengan elemen-elemen dari tingkat hierarkinya, yaitu dimulai pada puncak hierarki untuk memilih kriteria atau sifat yang digunakan untuk melakukan perbandingan yang pertama. Tingkat di bawah diambil dari elemen-elemen A_1, A_2, A_3 . Lebih jelas tentang matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat berikut ini.

Tabel. 3.3 Matrik Perbandingan Berpasangan

| X | A ₁ | A ₂ | A ₃ |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A ₁ | 1 | 2 | 3 |
| A ₂ | ½ | 1 | 2 |
| A ₃ | 1/3 | ½ | 1 |

Bandingkan elemen A₁ dalam kolom kiri dengan elemen-elemen A₁,A₂,A₃ yang terdapat pada baris atas dengan sifat X di sudut atas. Kemudian elemen kolom A₂ dibandingkan dengan elemen baris atas, begitu dan seterusnya sampai elemen terakhir. Untuk mengisi matrik banding berpasangan harus menggunakan bilangan yang menggambarkan relatif pentingnya suatu elemen terhadap elemen lainnya yang berhubungan dengan sifat tersebut. Bilangan tersebut berkisar antara 1 sampai dengan 9. Semua pertimbangan yang diterjemahkan secara numerik adalah merupakan perkiraan belaka. Kebenarannya dapat dievaluasi dengan suatu uji konsistensi .

c. Menguji Konsistensi Data

Kebenaran data dapat diketahui dengan uji konsistensi data, yaitu dengan nilai rasio konsistensi (CR). Data dapat dikatakan konsisten bila nilai CR lebih kecil

atau sama dengan 0,10 dan apabila $CR > 0,10$ maka proses penilaian terhadap matrik perbandingan berpasangan harus diulangi .

Bilangan atau nilai dari masing-masing baris pada matrik perbandingan berpasangan dikalikan secara kumulatif. Kemudian hasil perkalian tersebut dimasukkan akar dengan derajat sesuai dengan jumlah elemen pada baris matrik. Hasilnya disebut matrik I. Untuk mendapatkan matriks vektor prioritas (“eigen vektor”) adalah elemen matrik I dibagi dengan jumlah total matrik I. Contoh hitungan dapat dilihat pada gambar berikut ini :

| Matrik Perbandingan Berpasangan | Matrik I | Vektor Prioritas |
|---|--|--|
| $\left[\begin{array}{c ccc} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ \hline A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{array} \right]$ | $\begin{bmatrix} 1,8171 \\ 1,0000 \\ 0,5504 \end{bmatrix}$ | $\begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix}$ |
| Jumlah = $\underline{\quad 3,3675 \quad}$ | | |

Sedangkan nilai prioritas (“eigen value”), didapatkan dengan cara matrik perbandingan berpasangan dikalikan dengan vektor prioritas sehingga didapat matrik II. Elemen pada matrik II dibagi dengan elemen vektor prioritas didapat nilai prioritas. Nilai vektor maksimum adalah nilai rata-rata dari matrik nilai prioritas (λ).

Matrik Perbandingan Berpasangan

Vektor Prioritas

Matrik II

$$\begin{bmatrix} X & A_1 & A_2 & A_3 \\ A_1 & 1 & 2 & 3 \\ A_2 & 1/2 & 1 & 2 \\ A_3 & 1/3 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix}$$

Matrik II

Vektor prioritas

$$\begin{bmatrix} 1,6356 \\ 0,9004 \\ 0,4952 \end{bmatrix} : \begin{bmatrix} 0,5396 \\ 0,3002 \\ 0,1652 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3,0311 \\ 2,9993 \\ 2,9978 \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = 9,0282$$

$$\lambda = \frac{9,0282}{3} = 3,0094$$

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} = \frac{(3,0094 - 3)}{(3 - 1)} = 0,0047$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0047}{0,58} = 0,0081 < 0,1$$

kesimpulannya penilaian matrik berpasangan konsisten.

Random indeks (RI) adalah indeks random yang menyatakan besarnya koreksi terhadap indeks konsistensi pada nilai matrik perbandingan.

CR = Rasio konsistensi (“consistency ratio”),

CI = Indeks konsistensi (“consistency indeks”),

λ = nilai prioritas maksimum,

n = jumlah faktor/elemen dalam matrik

Tabel.3.4 Indeks random value

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|
| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 |

| | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,51 | 1,48 | 1,58 | 1,12 | 1,59 |

3.3.4 Tahapan Pengembangan.

Pada tahapan ini akan dibahas saran-saran dan rekomendasi yang akan diberikan sebagai alternatif disain usulan. Beberapa alternatif terbaik yang terpilih tadi dievaluasi kemungkinan pelaksanaannya berdasarkan faktor ekonomis dan teknis.

Langkah-langkah yang perlu diambil adalah:

1. membandingkan disain yang terpilih,
2. membandingkan biaya disain awal dan biaya disain usulan,
3. mendiskusikan hasil rekomendasi,
4. mendiskusikan keadaan dan kebutuhan dalam pelaksanaan disain yang direkomendasikan,
5. menghitung biaya siklus hidup.

3.4.5 Tahapan Rekomendasi

Tahap ini merupakan tahapan yang terakhir, dimana pada tahapan ini harus mempresentasikan hasil disain yang meliputi pengusulan disain yang terpilih, disain

cadangan, biaya-biaya dari desain yang terpilih, tahapan ini juga membuat tabel kuesioner (Zimmerman dan Hart, 1971) yang berfungsi memetakan desain-desain yang ada.

3.4 Pengertian Berpikir Kreatif

Didalam Rekayasa Nilai kreatifitas adalah sangat penting. Suatu tim Rekayasa Nilai melatih kreatifitas dengan memformulasikan kombinasi dari bahan, sistem, proses dan teknik untuk mendapatkan fungsi yang tepat. Definisi dari berpikir kreatif adalah suatu produk imajinasi berupa kombinasi baru dari bermacam-macam pikiran yang dipersatukan secara bersama-sama. Dalam pola berpikir kreatif diberikan seluas-luasnya kesempatan mengembangkan imajinasi tanpa batasan yang transparan, sehingga diharapkan hasil yang didapat optimal.

Karakteristik kreatifitas untuk mengembangkan suatu sikap yang tepat sebelum memasuki teknik pemecahan masalah mempunyai ciri-ciri sebagai berikut :

1. tingkat motivasi yang tinggi, dimana didalamnya terdapat keinginan, antusias, dan berani menghadapi tantangan yang kompleks,
2. mempunyai fleksibilitas berpikir,
3. mempunyai sensitifitas yang besar dalam menghadapi masalah,
4. mempunyai ide-ide baru dan inovatif dalam mengkombinasikan ide-ide yang muncul,

5. terbuka untuk menerima segala perubahan,
6. mempunyai toleransi untuk mempertimbangkan hal-hal yang mempunyai arti sama.

3.5 Analisa Fungsional

Fungsi adalah suatu pendekatan untuk mendapatkan suatu nilai tertentu. Fungsi dalam rekayasa nilai adalah apa yang memisahkannya dari teknik reduksi biaya yang lain, yang digunakan untuk mendapatkan tujuan dari pernyataan tertentu. Dalam penentuan biaya proyek perlu diketahui terlebih dahulu apa fungsi dan kegunaan dari masing-masing jenis pekerjaan.

Pengertian fungsi adalah maksud utama suatu item. Fungsi ini berarti pula sebuah karakteristik yang membuat item itu dapat berjalan atau bernilai. Aplikasi dari fungsi dalam rekayasa nilai adalah analisa fungsi yang biasanya digambarkan dengan pertanyaan-pertanyaan sebagai berikut :

1. Apa tujuan bangunan itu ?
2. Apa fungsinya ?
3. Berapa biayanya ?
4. Apakah ada alternatif biaya ?
5. Adakah fungsi-fungsi yang bisa dihilangkan ?, dan lain-lain.

Pertanyaan-pertanyaan tersebut tampak sederhana, tetapi sulit untuk dijawab dan membutuhkan waktu untuk menjawabnya secara tepat dan benar apalagi proyek (obyek) yang ditinjau semakin besar, semakin sulit untuk dijawab.

Aplikasi fungsi dalam studi rekayasa nilai disebut analisa fungsi. Proyek atau produk yang dievaluasi dengan fungsi diidentifikasi dengan dua kata, kata benda dan kata kerja, kata benda dan kata kerja ini digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu item bekerja. Kata kerja yang dimaksud adalah kata kerja aktif, dan kata benda yang dimaksud adalah benda yang dapat diukur. Seperti dalam contoh ini, kabel listrik mempunyai fungsi mengalirkan arus. Dalam hal ini “mengalirkan” adalah kata kerja, dan “arus” adalah kata benda. Dari pernyataan ini dapat disusun daftar pertanyaan untuk dapat membantu dalam mengidentifikasi fungsi, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana maksud dari proyek atau produk tersebut ?
2. Bagaimana untuk cara melakukan ?
3. Berapa biayanya ?
4. Berapa nilai terendah untuk menyediakan fungsi yang diperlukan ?
5. Apakah ada alternatif yang lain untuk melakukan pekerjaan yang sama ?
6. Berapakah biaya alternatif tersebut.

Dengan menjawab pertanyaan tersebut diharapkan terdapat pendekatan yang lebih terarah dalam mengidentifikasi suatu item.

Cara lain mengenai pendekatan fungsional membantu pemikiran yang lebih dalam tentang proyek adalah mengklasifikasikan fungsi dalam 2 jenis yaitu :

1. Fungsi Dasar (Primer)

Suatu fungsi yang merupakan tujuan utama dan harus dipenuhi

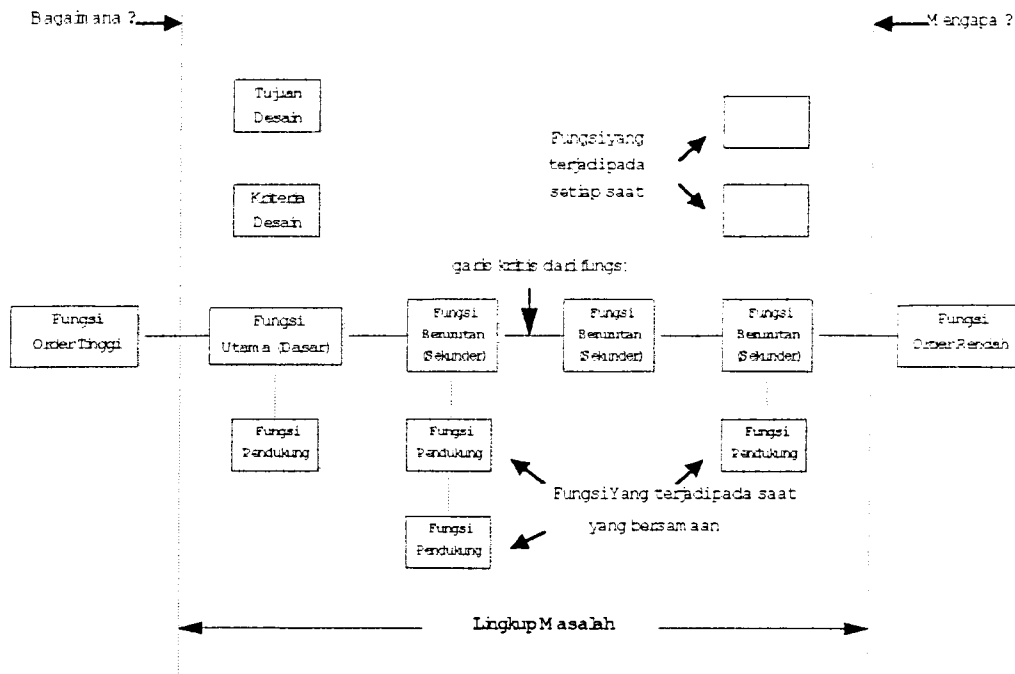
2. Fungsi sekunder

Suatu fungsi penunjang dari fungsi utama.

Keuntungan dari pendekatan analisa fungsi adalah membantu dalam mempertemukan ide-ide yang lebih baik dalam mengatasi keragu-raguan, dan membantu dalam pemikiran yang lebih mendalam.

Metode paling efektif dalam menganalisa suatu fungsi dalam rekayasa nilai adalah dengan metode FAST ("Function Analysis System Technique"). FAST adalah suatu metode terorganisir untuk mengidentifikasi proses-proses yang kompleks dan menentukan fungsi yang dibutuhkan langkah demi langkah untuk mencapai fungsi tersebut. Berikut contoh aturan dasar diagram FAST.

ATURAN DASAR DIAGRAM "FAST"



Gambar 3.2 Aturan dasar diagram FAST

3.6 Biaya Siklus Hidup ("Life Cycle Cost")

"Life cycle cost" adalah total biaya ekonomis, biaya yang dimiliki dan biaya operasi suatu fasilitas, proses manufaktur atau produk. Analisa "Life cycle cost" sendiri menggambarkan nilai sekarang dan nilai yang akan datang ("present dan future cost") dari suatu proyek selama umur manfaat proyek itu sendiri. "Life cycle cost" dipakai sebagai alat bantu dalam analisa ekonomi untuk mencari alternatif berbagai kemungkinan atau faktor dalam pengambilan keputusan. Didalam menyusun anggaran suatu proyek yang terlebih dahulu harus dibuat adalah estimasi

anggaran biaya, kemudian dengan analisa fungsi didalam studi rekayasa nilai didapatkan beberapa alternatif yang kesemuanya mengeliminasi biaya-biaya yang tidak perlu dan akhirnya dapat mereduksi biaya proyek.

Dalam mengevaluasi kriteria mana yang harus diambil demi menghemat biaya, perlu diperhatikan dasar-dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. kemungkinan penghematan yang cukup berarti,
2. terdapatnya sumber daya dan waktu yang cukup,
3. kemungkinan adanya pengembangan alternatif "life cycle cost" yang lebih rendah,
4. mungkin untuk dilaksanakan,
5. data biaya untuk "life cycle cost" yang belum bisa diestimasi, seperti biaya operasi, penggantian, perawatan.

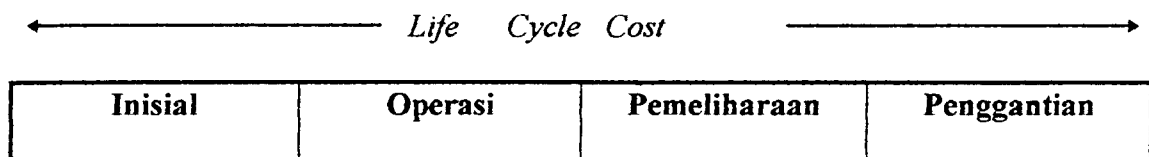
Jenis-jenis yang termasuk biaya dalam "Life Cycle Cost" adalah :

1. biaya investasi,
2. biaya pemilikan,
3. biaya rekayasa (perencanaan, disain dan pengawasan),
4. biaya perubahan disain,
5. biaya administrasi,
6. biaya penggantian,
7. biaya atau Nilai sisa,

8. biaya operasi,
9. biaya pemeliharaan,
10. biaya beban bunga yang dibebankan selama proyek.

Penggunaan “Life Cycle Cost” sebagai alat bantu dalam proses pengambilan keputusan dan sensitifitas terhadap biaya operasi merupakan suatu rangkaian perhitungan dengan memperhatikan faktor-faktor ekonomi dan moneter yang saling berhubungan satu sama lain.

Berikut bagan “life cycles cost” dari suatu produk:



Gambar 3.3 Biaya Siklus Hidup

3.6.1 Konsep Nilai Waktu Uang (“Time Value Of Money”)

Kalau seseorang ditanyakan mana yang lebih disukai menerima Rp 1000 saat ini ataukah menerima Rp 1000 nanti (misal 1 tahun lagi). Meskipun penerimaan tersebut pasti sifatnya, artinya dia pasti menerima saat ini atau nanti, bisa diduga dia akan lebih suka menerima jumlah yang sama pada saat ini daripada nanti. Sebaliknya kalau kita harus membayar Rp 1000 saat ini atau Rp 1000 nanti, maka tentunya lebih senang untuk membayar nanti, apabila jumlahnya sama.

Contoh tadi menunjukkan bahwa sebenarnya kita menghargai uang secara berbeda, apabila waktunya tidak sama. Dengan kata lain kita mengakui bahwa uang mempunyai nilai waktu. Kita selalu menyukai Rp.1000 saat ini daripada nanti, karena kita menganggap bahwa nilai sekarang dari Rp.1000 saat ini adalah *lebih besar* daripada nilai sekarang Rp 1000 nanti. Sebaliknya kalau kita membayar, kita lebih suka membayar nanti, karena kita menyadari bahwa Rp.1000 nanti nilainya lebih kecil daripada Rp. 1000 saat ini. Inilah yang disebut konsep nilai waktu uang (“Time Value Of Money”).

Mengapa nilai mata uang selalu mengalami penurunan ?, sebabnya adalah adanya pengaruh inflasi. Semakin tinggi inflasi semakin tinggi pula penurunan nilai mata uang.

3.6.2 Konsep Nilai Sekarang (“Present Value”)

Karena suatu investasi menyangkut pengeluaran saat ini atau sekarang untuk mendapatkan penghasilan pada waktu yang akan datang, maka pemahaman tentang nilai waktu uang menjadi lebih penting. Apalagi bila investasi modal tersebut mempunyai pengaruh jangka panjang, maka semakin penting pula konsep nilai waktu uang itu.

Sebagai ilustrasi para investor akan lebih suka suatu proyek yang memberikan keuntungan setiap tahun, mulai dari tahun pertama sampai dengan ketiga, daripada

proyek yang memberikan keuntungan yang sama tetapi mulai tahun ke-empat sampai dengan ke-enam.

Dengan demikian waktu daripada aliran kas yang diharapkan dimasa yang akan datang merupakan hal yang penting bagi rencana investasi tersebut. Konsep ini lebih dikenal dengan istilah konsep nilai sekarang atau “present value” dan didalam pemakaian rekayasa nilai dikenal dengan nama “present worth”.

3.6.3 Dasar-dasar Perhitungan “Present Value”

“Present Value” (PV) atau “Present Worth” (PW) dapat dihitung jika perhitungan untuk investasi, digunakan anggapan tingkat bunga yang relevan setiap tahunnya adalah sama atau tetap.

Perhitungan PV ini secara umum dapat dituliskan sebagai berikut (Kodoatie, 1995):

$$PV = An \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Sedangkan untuk rumus pengembalian modal adalah sebagai berikut (Chandra, 1986)

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

dengan : PV = “Present Value” CRF = Faktor pengembalian modal

An = Pembayaran tahunan (“Capital Recovery Factor”)

I = tingkat bunga n = Tahun Pembayaran

3.6.4 Penggunaan “Present Value” pada Rekayasa Nilai

Penggunaan “present value” pada aplikasi rekayasa nilai dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. penggunaan dilakukan dalam tahap pengembangan (“development phase”) pada “life costing”,
2. pada bagian pertama dihitung biaya investasi ditambah biaya operasi, pemeliharaan dan penggantian, kemudian dikurangi nilai sisa, hasilnya dimasukkan dalam rumus present value baik dari usulan asli maupun alternatif, kemudian selisihnya dinamakan penghematan,
3. pada bagian kedua menganualisasikan biaya investasi, biaya penggantian ditambah biaya aktual dari operasi dan pemeliharaan. Kemudian dijumlahkan dan dikurangi dengan nilai sisa yang dianualkan pula, hasilnya disebut “net annual” biaya pemilikan dan operasi. Perbedaannya dari usulan asli dengan alternatif disebut penghematan dari “net annual”.

BAB IV

STRUKTUR RANGKA KUDA - KUDA

4.1 Pengertian Umum

Dalam analisa Rekayasa Nilai pada Tugas Akhir ini obyek yang diambil adalah pekerjaan struktur atap, yang didalamnya struktur rangka kuda-kuda merupakan elemen terpenting sebagai pendukungnya. Oleh karena itu perlu diuraikan tentang sifat dan karakteristik dari berbagai struktur rangka kuda-kuda yang umum digunakan sebagai dasar penilaian pada bahasan selanjutnya.

Struktur rangka kuda-kuda adalah merupakan bagian yang terpenting dari rangka atap. Struktur ini adalah pendukung beban atap, yang nantinya beban-beban tersebut disalurkan ke kolom dan diteruskan langsung pada pondasi. Struktur rangka kuda-kuda harus bersifat kukuh dan kuat, batang-batangnya sedapat mungkin dibagi dalam beberapa bentuk segi tiga atau segi empat dengan diberi perkuatan pada pertemuan batangnya. Pada pertemuan batang umumnya berupa sendi (perkuatan baut), tapi ada juga yang berupa jepit (perkuatan las). Beban-beban yang dipikul oleh kuda-kuda diusahakan sedapat mungkin ditempatkan di sudut-sudut dari pertemuan batang tersebut, fungsinya adalah untuk menghindari lenturan dari batang-batangnya, sehingga gaya yang timbul hanya tarik dan tekan ("axial"). Namun dalam implementasi biasanya sulit dilakukan. Misalnya penempatan-penempatan gording pada rangka kuda-kuda tidak tepat pada sudut-sudut pertemuan batang dari struktur.

4.2 Jenis Struktur Rangka Kuda-kuda

4.2.1 Profil Baja

Untuk mendapatkan bentuk penampang profil, baja konstruksi dapat digilas menjadi berbagai bentuk serta ukuran dengan tanpa merubah sifat-sifat fisiknya. Untuk penghematan bahan, bentuk profil dibuat sedemikian rupa sehingga modulus potongan (“section modulus”) didapatkan nilai yang terbesar dengan luas tampang yang minimum (efisien). Hal tersebut dilaksanakan dengan membuat profil bentuk I, C serta T. Jenis profil pada umumnya diberi nama/simbul sesuai dengan bentuk potongannya, misalnya L (profil siku), I (profil I), [(profil kanal), pelat dan sebagainya.

Pemilihan profil tidak hanya didasarkan pada luas penampang minimum yang sesuai dengan perhitungan saja, tetapi juga harus mengingat faktor-faktor lain, misalnya saja sebagai berikut ini.

1. Sedapat mungkin pemilihan profil juga disesuaikan dengan jenis serta ukuran yang banyak diproduksi oleh pabrik. Ukuran-ukuran yang tidak lazim sukar diperoleh di pasaran sehingga profil tersebut sudah barang tentu didapatkan dengan harga yang mahal. Data tentang hasil produksi tersebut dapat diperoleh dari agen-agen yang bersangkutan. Pada umumnya profil-profil baja yang tersedia di pasaran, panjangnya berkisar antara 720-1080 inch, sedang lebih dari 1440 inch pada keadaan tertentu harus dipesan ke pabrik secara khusus.
2. Gelagar-gelagar untuk bangunan pada umumnya lebih hemat jika digunakan profil yang tinggi. Dengan berat yang sama, profil yang tinggi akan mempunyai momen

kelembaman (“moment of Inertia”) yang lebih besar. Hanya pada bangunan bertingkat tinggi, karena diperlukan penghematan ruang dipilih profil yang relatif rendah.

3. Untuk konstruksi yang cukup besar, perencana harus mempertimbangkan kemungkinan pengangkutannya dipandang dari segi ukuran serta beratnya, mengingat jembatan yang dilalui mempunyai batas tertentu.
4. Bentuk potongan harus ditetapkan dengan mempertimbangkan cara pelaksanaan serta pemeliharaan yang mudah.

Keuntungan dan kerugian yang diperoleh dari baja sebagai bahan konstruksi.

Keuntungannya yaitu :

1. baja mempunyai kekuatan cukup tinggi serta merata, sehingga konstruksi yang terbuat dari baja pada umumnya mempunyai ukuran yang relatif kecil bila dibandingkan dengan konstruksi yang terbuat dari bahan lain, oleh karena itu berat konstruksi juga akan kecil, yang mempunyai keuntungan lebih lanjut pemakaian pondasi yang lebih hemat.
2. baja merupakan hasil produksi pabrik dengan peralatan mesin-mesin, pengawasan mudah dilaksanakan dengan seksama sehingga kualitasnya dapat dipertanggungjawabkan,
3. pada umumnya konstruksi baja dapat dibongkar untuk kemudian dipasang lagi, sehingga baja dapat dipakai berulang-ulang dalam berbagai bentuk konstruksi, serta pengangkutan bagian-bagian konstruksi mudah dilaksanakan,



4. baja mempunyai sifat elastis, sehingga sampai pada batas tertentu perubahan bentuk masih dapat dihindarkan.

Kerugiannya yaitu :

1. harga baja mahal, sifat bahan yang keras memerlukan alat khusus untuk pembuatannya, jadi hanya ekonomis untuk bentangan besar dengan pembebanan yang besar,
2. kekuatan baja dipengaruhi oleh temperatur, sehingga apabila terjadi kebakaran dan panas yang tinggi, batang dapat terlentur dan leleh,
3. konstruksi yang terbuat dari baja memerlukan pemeliharaan (pengecatan) secara rutin untuk menghindari terjadinya korosi dan keropos, untuk itu diperlukan tenaga, waktu dan biaya,
4. karena pada konstruksi baja banyak dijumpai adanya batang-batang yang langsing, maka bahaya tekuk ("buckling") mudah terjadi.

Pada analisa ini digunakan dua tipe kuda-kuda yang umum digunakan, yaitu :

1. kuda-kuda rangka baja siku ganda, dan
2. kuda-kuda baja profil WF (sayap lebar).

Secara karakteristik kedua bahan pembentuk kuda-kuda tersebut mempunyai sifat yang sama, tetapi ada beberapa perbedaan sifat-sifat strukturalnya, ketika diimplementasikan dalam suatu bangunan/struktur.

1. Rangka siku ganda

Berikut keuntungan dan kerugian dari penggunaan baja rangka siku ganda pada struktur kuda-kuda bangunan.

Keuntungan:

- a. mudah didapatkan di pasaran, karena umum digunakan pada struktur,
- b. teknologi yang digunakan relatif sederhana, tanpa membutuhkan keahlian khusus dari pekerja untuk pemasangan struktur,
- c. untuk bentangan kuda-kuda yang pendek baik digunakan, karena perbandingan antara banyaknya bahan yang digunakan dan kekuatan kuda-kuda dalam menahan beban efisien, sehingga biaya yang dikeluarkan lebih ekonomis.

Kerugian :

- a. membutuhkan sambungan yang banyak pada satu rangka kuda-kuda, yang mengakibatkan banyaknya titik perlemahan, sehingga dibutuhkan ketelitian yang baik pada saat pemasangan kuda-kuda,
- b. dengan berubahnya bentuk struktur untuk kepentingan estetika, mengakibatkan perubahan pada pembiayaan yang cukup berarti,
- c. semakin panjang bentangan kuda-kuda, akan semakin banyak susunan rangka yang dipakai, sehingga pada bentang panjang penggunaan rangka kuda-kuda mengakibatkan pembiayaan yang besar.

2. Profil WF

Keuntungan :

- a. pelaksanaan pemasangan struktur relatif lebih cepat, karena bentuk struktur yang sederhana dan lebih sedikitnya baja profil yang dipasang,

- b. sedikitnya sambungan yang digunakan pada pemasangan struktur, sehingga daya dukung struktur terjamin dengan baik,
- c. mudah disesuaikan bentuknya sesuai estetika, tanpa mengakibatkan perubahan yang berarti pada pembiayaan,
- d. untuk bentang yang panjang rasio perbandingan antara daya dukung dan banyaknya bahan yang digunakan efisien, semakin panjang bentang yang direncanakan akan lebih baik digunakan baja profil WF sebagai alternatif bahan penyusun struktur.

Kerugian :

- a. butuh keahlian dari pekerja untuk pelaksanaan penyambungan profil dan pemasangan tumpuan kuda-kuda pada kolom, karena dibutuhkan keahlian dan ketelitian yang baik pada pekerjaan ini,
- b. profil WF mempunyai berat yang cukup besar, sehingga bila digunakan pada struktur dengan bentang yang relatif pendek, membutuhkan biaya yang kurang efisien,
- c. untuk profil dengan besar tertentu dibutuhkan pemesanan pada produsen pembuat profil, karena tidak semua profil ada dipasaran.

4.2.2 Kayu

Pada umumnya kayu harus bersifat baik dan sehat dengan ketentuan, bahwa segala sifat dan kekurangan-kekurangan yang berhubungan dengan pemakaiannya tidak akan mengurangi nilai konstruksi (bangunan).

Keuntungannya yaitu :

1. mudah didapat dari alam, mempunyai sifat liat, elastis, kuat dan awet. Sifat-sifat ini dipengaruhi oleh umur dan jenis kayu,
2. mudah dikerjakan oleh tukang biasa dengan alat sederhana, dapat dibentuk berbagai model yang indah,
3. harga relatif murah dan karena bahannya ringan dapat memperkecil ukuran konstruksi bangunan dan pondasinya.

Kerugiannya yaitu :

1. dapat terbakar dan mudah menyalakan api dari satu tempat ke tempat lain,
2. konstruksi harus terlindung dari panas dan hujan, agar tidak cepat lapuk,
3. perlu diberi lapis pelindung agar tidak dimakan rayap, bubuk atau serangga kecil lainnya,
4. kekuatannya tergantung dari jenis kelas kayu.

4.2.3 Beton Bertulang

Beton didapat dari percampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan rawat beton berlangsung. Nilai kekuatan serta daya tahan (“durability”) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, di antaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan-susun, metode-metode

4.3 Pembebanan

4.3.1 Beban Mati

Beban mati pada struktur rangka kuda-kuda ialah berat dari semua bagian kuda-kuda tersebut bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bagian kuda-kuda tersebut.

Yang termasuk beban mati pada kuda-kuda ialah :

1. berat sendiri kuda-kuda,
2. berat penutup atap (genteng, seng, asbes dan lain-lain)
3. berat penggantung dan eternit,
4. berat gording.

4.3.2 Beban Hidup

Beban hidup pada kuda-kuda ialah beban-beban yang timbul dari :

1. Beban air hujan

Beban ini dianggap terbagi rata per m^2 bidang datar berasal dari air hujan sebesar $(40 - 0.8 \alpha)$ kg/m^2 . Dengan α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m^2 dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya $> 50^\circ$.

2. Beban pekerja

yaitu beban terpusat dari seorang pekerja atau seorang petugas pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg.

BAB V

APLIKASI REKAYASA NILAI PADA STRUKTUR ATAP

5.1 Latar Belakang Proyek

Pembangunan kampus terpadu Universitas Islam Indonesia yang saat ini tengah berlangsung proses pembangunannya, adalah sebagai usaha meningkatkan mutu dan kualitas pendidikan secara umum pada Universitas Islam Indonesia. Salah satu pembangunan yang saat ini tengah dilaksanakan adalah Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Manajemen dan Industri, yang diorientasikan sebagai sebuah laboratorium lengkap untuk menunjang studi pada Fakultas Teknik Manajemen dan Industri.

Rencana pengembangan kampus terpadu dilakukan secara bertahap dengan menimbang skala prioritas kebutuhan yang ada, dan ketersediaan dana. Dana yang dibutuhkan pada proses pembangunan kampus terpadu adalah sangat besar, oleh karena itu diperlukan suatu tinjauan finansial sebagai mekanisme kontrol untuk pengendalian proyek sebaik-baiknya, mengingat dana yang dimiliki terbatas.

Sebagai obyek aplikasi rekayasa nilai dalam tugas akhir ini adalah pada struktur atap gedung Laboratorium Fakultas Teknik Manajemen dan Industri,

Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, dengan berbagai pertimbangan pemilihan sebagai berikut:

1. kemungkinan adanya penghematan cukup besar dibandingkan struktur yang lain, terlihat dari “cost model” proyek yang disajikan pada lampiran 1 (yaitu nilai nominal struktur atap 22% dibandingkan dengan nominal biaya keseluruhan proyek),
2. cukup banyaknya alternatif bahan pengganti rangka kuda-kuda pada struktur atap yang mempunyai kemungkinan penghematan biaya.

5.2 Tahapan Informasi (“Information Phase”)

Dalam tahapan ini dikumpulkan informasi sebanyak mungkin tentang data proyek, sehingga diharapkan dapat memperlancar dan mempermudah gagasan-gagasan bagi pengembangan disain. Data tersebut meliputi:

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

Data tersebut kebanyakan data teknis, kecuali data biaya. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara jelas dan menyeluruh dari lingkup yang akan ditinjau. Data proyek yang ada adalah sebagai berikut ini.

Tabel 5.1 Data Proyek

| TAHAP INFORMASI | | |
|-----------------|--|--|
| No | | Keterangan |
| 1 | Proyek: Struktur Atap gedung Laboratorium FTI UII Yogya | |
| 2 | Lokasi: Kampus Terpadu UII | |
| 3 | Fungsi : Gedung Laboratorium | |
| 4 | Struktur Atap yang ada | 1. Rangka Atap Baja : a. L80.80.8 b. L70.70.7 c. L60.60.6 d. L50.50.5 2. Gording Baja C150.65.20.2,3 3. Pelat dan Balok Dak beton fc' 275 4. Talang beton ukuran 35 x 50 x 10 fc' 275 5. Usuk Kayu 5/7 6. Reng kayu 3/4 7. Genteng beton |
| 5 | Biaya : Badan Wakaf UII | Rp. 606.463.790,00 |

Dalam tugas akhir ini harga yang dipakaidalam perhitungan didapatkan dari dokumen kontrak proyek, dan berdasarkan data yang didapat dari produsen pembuat bahan serta referensi yang umum digunakan.

Sesuai dengan pembahasan tugas akhir ini, maka tinjauan rekayasa nilai dititik beratkan pada pekerjaan struktur dan rangka atap tanpa memperhitungkan item yang lain seperti pekerjaan pondasi, kolom, pelat, dan sebagainya.

Selanjutnya data biaya pekerjaan struktur atap pada proyek yang ada dibuat “cost model” pada Tabel 5.2 dengan perincian pekerjaan dan harga setiap pekerjaan, kemudian mencari nilai terbesar sampai dengan yang terkecil. Dengan melihat Tabel tersebut akan didapat kemudahan untuk menentukan penghematan potensial dari masing-masing pekerjaan, dengan dipilih bobot yang paling besar, maka peluang untuk melakukan penghematan dapat optimal.

Tabel 5.2 Cost Model pekerjaan struktur atap

| No | Jenis Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan | Total Harga | Bobot (%) |
|----|--------------------------------|--------|--------|--------------|-------------|-----------|
| A | Struktur beton bertulang | | | | | |
| 1 | Pelat Dak | M3 | 42 | 481259 | 20212878 | 3,33291 |
| 2 | Balok Dak | M3 | 64 | 514880 | 32952320 | 5,43352 |
| 3 | Ring Balok ukuran 40/70 | M3 | 56 | 522227 | 29244712 | 4,82218 |
| 4 | Talang beton 35 x 50 x 10 | M1 | 337 | 133488 | 44985456 | 7,41767 |
| | Sub Total | | | | 1,27E+08 | 21,0063 |
| B | Rangka atap baja dan sambungan | | | | | |
| 1 | Rangka rafle | | | | | |
| | a. Baja L 80.80.8 | Kg | 4052 | 1500 | 6078000 | 1,0022 |
| | b. Baja L 70.70.7 | Kg | 41708 | 1500 | 62562000 | 10,3159 |
| | c. Baja L 60.60.6 | Kg | 10394 | 1500 | 15591000 | 2,57081 |
| | d. Baja L50.50.5 | Kg | 15141 | 1500 | 22711500 | 3,74491 |
| | e. Pipa hitam Dia.5" t=5mm | M1 | 380 | 34500 | 13110000 | 2,16171 |
| 2 | Gording C 150.65.20.2,3 | Kg | 14767 | 1500 | 22150500 | 3,65241 |
| 3 | Dudukan Gording L50.50.5 | Kg | 1300 | 1500 | 1950000 | 0,32154 |
| 4 | Trekstang Dia. 10mm | Kg | 720 | 1500 | 1080000 | 0,17808 |
| 5 | Base Plate tebal 12mm | Kg | 4748 | 1500 | 7122000 | 1,17435 |
| 6 | Plat simpul rangka rafter | Kg | 26549 | 1500 | 39823500 | 6,56652 |
| 7 | Baut plat simpul M16 | Bh | 12980 | 800 | 10384000 | 1,71222 |
| 8 | Baut Hitam Dia 1/2" x 1" | Bh | 1146 | 500 | 573000 | 0,09448 |
| 9 | Mur Dia. 1/2" | Bh | 3650 | 200 | 730000 | 0,12037 |
| 10 | Angker Dia 20 x 50 cm | Bh | 320 | 500 | 160000 | 0,02638 |
| 11 | Cat Baja | M2 | 6718 | 6000 | 40308000 | 6,64641 |
| 12 | Kaso 5/7 sejajar gording | M3 | 9 | 1182750 | 10644750 | 1,75522 |
| | Sub Total | | | | 2,55E+08 | 42,0435 |
| C | Penutup atap dan Accecories | | | | | |
| 1 | Genteng Beton atap utama | M2 | 2694 | 9830 | 26482020 | 4,36663 |
| 2 | Kaso 5/7 dan reng 3/4 | M2 | 2694 | 17725 | 47751150 | 7,87371 |
| 3 | Genteng Beton atap overstek | M2 | 1981 | 9830 | 19473230 | 3,21095 |
| 4 | Atap Overstek | M2 | 1981 | 29135 | 57716435 | 9,51689 |
| 5 | Listplank Kayu jati cat 3/25 | M1 | 1078 | 31924 | 34414072 | 5,67455 |
| 6 | Flashing -Talang beton | M1 | 336 | 8200 | 2755200 | 0,45431 |
| | -Talang overstek | M1 | 1395 | 5500 | 7672500 | 1,26512 |
| 7 | Bubungan genteng beton | M1 | 84 | 11817 | 992628 | 0,16367 |
| 8 | Jurai genteng beton | M1 | 286 | 11817 | 3379662 | 0,55727 |
| 9 | Talang Jurai | M1 | 32 | 23324 | 746368 | 0,12307 |
| 10 | Lubang angin | M2 | 102 | 82500 | 8415000 | 1,38755 |
| 11 | pelindung pada talang beton | M2 | 480 | 15400 | 7392000 | 1,21887 |
| 12 | pelindung pada dak atap beton | M2 | 448 | 15400 | 6899200 | 1,13761 |
| | Sub Total | | | | 2,24E+08 | 36,9502 |
| | Total | | | | 6,06E+08 | 100 |

Dari Tabel 5.2 tersebut terlihat bahwa pada pekerjaan Struktur Rangka Atap (kuda-kuda) mempunyai bobot terbesar, yang artinya mempunyai potensi terbesar untuk dilakukan penghematan. Oleh karena itu dapat diperkirakan rencana alternatif potensial yang akan dilakukan dalam penganalisaan rekayasa nilai adalah terdapat pada pelaksanaan struktur rangka atap (kuda-kuda).

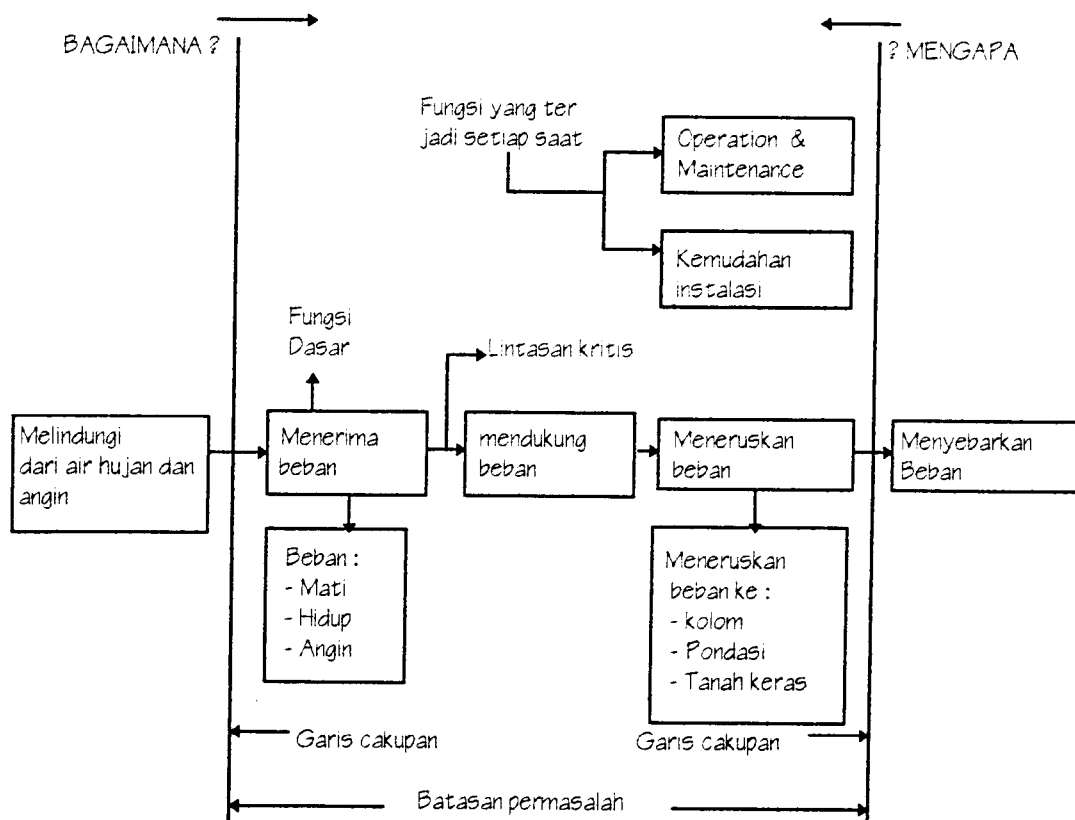
Dari pemilihan pekerjaan yang potensial dilakukan penghematan tersebut, kemudian dilanjutkan dengan menyusun tabel analisa fungsi daripada pekerjaan untuk mengetahui fungsi dasarnya. Tabel tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.3

Tabel 5.3 Kuisisioner tahap informasi pembangunan struktur atap.

| TAHAP INFORMASI | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------|------------|-------------------|------------|
| ANALISA FUNGSI UNTUK PEKERJAAN STRUKTUR ATAP | | | | | |
| No | Item | Fungsi | | | Keterangan |
| | | Kata kerja | Kata benda | Jenis | |
| 1 | Pekerjaan persiapan | Mempersiapkan | lapangan | Sekunder | |
| 2 | Pekerjaan pemasangan kuda-kuda | mendukung | Atap | primer (utama) | |
| 3 | Pemasangan Nok dan Jurai | mendukung | Atap | primer | |
| 4 | Pemasangan Gording | mendukung | Atap | sekunder | |

Dalam Tabel 5.3 terlihat bahwa pekerjaan pemasangan kuda-kuda dan pemasangan nok dan jurai, adalah hal yang terpenting sehingga menjadi fungsi yang mendasar dalam pelaksanaan struktur, yaitu sebagai pendukung atap. Oleh karena itu item tersebut (kuda-kuda) layak dilakukan analisa rekayasa nilai.

Untuk mendapatkan pemahaman tentang fungsi daripada pada struktur atap digunakan diagram FAST, agar didapat penjabaran fungsi secara mendetail dan terarah yang akan digunakan pada analisa selanjutnya. Berikut diagram FAST dari struktur atap yang ditinjau.



Gambar 5.1 Diagram FAST struktur atap proyek Laboratorium FTI UII

5.3 Tahapan Kreatif (“Creative Phase”)

Tahapan ini melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin, yang diharapkan dengan makin banyaknya ide-ide semakin banyak pula kemungkinan suksesnya studi rekayasa nilai.

Ide-ide kreatif bagi rangka kuda-kuda usulan tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.4. Pada tabel tersebut kriteria ide-ide mencakup sistem teknologinya dan bahan yang digunakan.

Tabel 5.4 Ide dan alternatif rangka kuda-kuda

| No | Nama kuda-kuda | Jenis material | Metode pelaksanaan |
|----|------------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Rangka Baja Siku Ganda | Baja | Fabrikasi |
| 2 | Kuda-kuda Profil WF | Baja | Fabrikasi |
| 3 | Kuda-kuda kayu | Kayu | Non Fabrikasi |
| 4 | Beton Konvensional | Beton bertulang | Non Fabrikasi |
| 5 | Beton pracetak | Beton bertulang | Fabrikasi |
| 6 | Beton pratarik | Beton dan kawat baja | Non Fabrikasi |
| 7 | Kuda-kuda Aluminium | Aluminium | Non Fabrikasi |

Sebelum penganalisaan selanjutnya, dilakukan penyaringan terhadap alternatif-alternatif yang ada, tentang kemungkinan implementasi alternatif-alternatif tersebut. Hasil penyaringan didapatkan bahwa pada ketiga alternatif yaitu kuda-kuda beton pracetak, beton pratarik dan kuda-kuda aluminium, tidak mungkin menghasilkan efisiensi ketika diimplementasikan sebagai alternatif kuda-kuda pengganti dari disain yang ada. Selain itu penggunaan ketiga kuda-kuda tersebut sangat jarang dipakai (tidak umum digunakan). Oleh karena itu pada tahapan penganalisaan selanjutnya ketiga kuda-kuda tersebut tidak dicantumkan.

5.4 Tahap Penilaian dan Analisa

Pada tahap ini ide-ide yang telah ditabelkan pada tahapan sebelumnya, mulai dilakukan penilaian dan analisa, yang pada tahapan sebelumnya sengaja tidak dilakukan agar pemikiran kreatif tidak terhalang. Pada tahapan ini dilakukan analisa pada kriteria yang ada. Analisa ini meliputi dua tahapan yaitu tahapan pertama dan tahapan kedua. Tahapan pertama menganalisa dengan metode untung rugi dan analisa kelayakan, selanjutnya tahapan kedua dievaluasi dengan analisa matriks.

5.4.1 Analisa Untung Rugi

Pada proses analisa ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan segi keuntungan dan kerugian terhadap beberapa kriteria. Berikut tabel analisa untung rugi.

Tabel 5.5 Analisa keuntungan dan kerugian

| ANALISA UNTUNG RUGI | | | | | |
|---------------------|------------------------|--|---|---|-------|
| No | Alternatif Kuda-kuda | Faktor penilaian terhadap | Keuntungan | Kerugian | Nilai |
| 1 | Rangka Baja Siku Ganda | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya Awal (3) • Waktu pelaksanaan (2) • Daya Dukung (1) • Mudah nya pelaksanaan (1) • Kemungkinan diterapkan (1) • Pabrikasi (1) • Biaya Pemeliharaan (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Waktu pelaksanaan cepat (+2) • daya dukung besar (+1) • bisa diterapkan pada lapangan sempit (+1) • Pabrikasi (+1) • Pelaksanaan Mudah (+1) | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya mahal (-3) • Butuh pemeliharaan (-1) | +2 |
| 2 | Kuda-kuda Profil WF | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya Awal (3) • Waktu pelaksanaan (2) • Daya Dukung (1) • Mudah nya pelaksanaan (1) • Kemungkinan diterapkan (1) • Pabrikasi (1) • Biaya Pemeliharaan (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Waktu pelaksanaan cepat (+2) • daya dukung besar (+1) • Pelaksanaan mudah (+1) • bisa diterapkan pada lapangan sempit (+1) • Pabrikasi (+1) | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya mahal (-3) • Butuh pemeliharaan (-1) | +2 |

Lanjutan Tabel 5.5

| | | | | | |
|---|------------------------------|--|---|--|----|
| 3 | Kuda-kuda Kayu | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya Awal (3) • Waktu pelaksanaan (2) • Daya Dukung (1) • Mudah nya pelaksanaan (1) • Kemungkinan diterapkan (1) • Pabrikasi (1) • Biaya Pemeliharaan (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya awal rendah (-3) • Pelaksanaan Mudah (+1) • Tidak butuh perawatan (+1) | <ul style="list-style-type: none"> • Daya dukung kecil (-1) • Tidak pabrikasi (-1) • Sulit Diterapkan (-1) • Waktu pelaksanaan lama (-2) | 0 |
| 4 | Kuda-kuda Beton Konvensional | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya Awal (3) • Waktu pelaksanaan (2) • Daya Dukung (1) • Mudah nya pelaksanaan (1) • Kemungkinan diterapkan (1) • Pabrikasi (1) • Biaya Pemeliharaan (1) | <ul style="list-style-type: none"> • Biaya awal rendah (-3) • Mungkin diterapkan (+1) • Tidak ada biaya pemeliharaan (+1) • Daya dukung baik (+1) | <ul style="list-style-type: none"> • Waktu pelaksanaan lama (-2) • Pelaksanaan sulit (-1) • Tidak pabrikasi (-1) | +2 |

Pada tabel 5.5 tersebut ide-ide ini dievaluasi dengan memilih alternatif yang mempunyai keuntungan tertinggi. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan dapat memudahkan untuk mengadakan pilihan alternatif yang dapat diajukan pada tahapan berikutnya. Pada tahapan ini rangka kuda-kuda rangka baja siku ganda, kuda-kuda profil WF, dan kuda-kuda beton bertulang mempunyai nilai tertinggi yaitu +2, sedangkan rangka kuda-kuda kayu mempunyai nilai 0. Pada tahapan ini penganalisaan masih bersifat sangat kasar, karena bentuk penilaian yang kaku (hanya + dan - untuk keuntungan dan kerugian).

5.4.2 Analisa Tingkat Kelayakan

Salah satu bentuk dari analisa ide-ide kreatif ini akan membahas penilaian kriteria dengan sangat subyektif, karena sulit untuk mendapatkan nilai yang sangat ideal, sebaiknya diperlukan suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin yang berpengalaman di bidangnya masing-masing. Analisa tingkat kelayakan untuk kuda-kuda dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.6 Analisa kelayakan

| Analisa Kelayakan | | | | | | | |
|--|---|---|---|--------------------------------|---|---|-------|
| Item : Rangka kuda-kuda | | | | | | | |
| Fungsi : Menerima, menahan, meneruskan beban | | | | | | | |
| Nilai masing-masing ide untuk faktor-faktor yang tercantum dalam tabel antara 1-10 | | | | | | | |
| A = Penggunaan Teknologi | | | | E = Keuntungan biaya potensial | | | |
| B = Biaya Pengembangan | | | | F = Sarana alat kerja | | | |
| C = Kemungkinan diterapkan | | | | | | | |
| D = Waktu Pelaksanaan | | | | | | | |
| Tipe Kuda-kuda | A | B | C | D | E | F | Total |
| Kuda-kuda rangka Baja Siku Ganda | 8 | 8 | 9 | 7 | 7 | 8 | 47 |
| kuda-kuda Baja Profil WF | 7 | 8 | 9 | 9 | 7 | 8 | 48 |
| Kuda-kuda Kayu | 9 | 7 | 4 | 6 | 6 | 9 | 41 |
| Kuda-kuda Beton Konvensional | 8 | 7 | 7 | 5 | 8 | 7 | 42 |

Dari analisa tingkat kelayakan dapat dibuat kesimpulan bahwa rangka kuda-kuda alternatif yang mempunyai rangking tertinggi adalah kuda-kuda profil WF sebagai alternatif pertama dan kuda-kuda rangka baja siku ganda sebagai alternatif kedua.

Hasil dari analisa untung rugi dan tingkat kelayakan, menghasilkan alternatif tertinggi yang sama, sehingga alternatif yang tertinggi dipakai sebagai alternatif yang akan diajukan pada tahapan berikutnya yaitu kuda-kuda baja profil WF dan kuda-kuda rangka baja siku ganda.

n kriteria seperti halnya pada
 identifikasi rangka kuda-kuda,
 da. Untuk mendapatkan hasil
 ik melalui literatur, konsultasi
 rkan kriteria yang berlaku di
 eksi dari parameter-parameter
 ini terdapat pada lampiran 2.
 a kriteria, diambil penilaian

arameter dan Uji Data.

kan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji
 tensi, serta menentukan bobot dari masing-masing
 rsebut adalah sebagai berikut :

aktu Pelaksanaan; A₃=Kemudahan Pelaksanaan;
 t Pemeliharaan; A₆=Pabrikasi; A₇=Teknologi;
 A₉=Sarana Kerja. Parameter-parameter ini diuji
 menyusun matrik perbandingan berpasangan seperti

kriteria yang akan dianalisa,
 kan dan diuji dengan “PHA”

| | Matriks I | Vektor Prioritas |
|----|--------------------|------------------|
| A9 | | |
| 5 | 2,8978 | 0,2559 |
| 5 | 2,2435 | 0,1982 |
| 4 | 1,7371 | 0,1534 |
| 4 | 1,3180 | 0,1164 |
| 3 | 1,0000 | 0,0883 |
| 3 | 0,7587 | 0,0670 |
| 2 | 0,5757 | 0,0509 |
| 2 | 0,4457 | 0,0394 |
| 1 | 0,3451 | 0,0305 |
| | $\Sigma = 11,3214$ | |

5.6

Tabel 5.14 dan 5.15 berikut menyajikan biaya yang dikeluarkan untuk keseluruhan konstruksi kuda-kuda pada bangunan yang ditinjau, agar dapat dilihat penghematan serta biaya siklus hidup dari konstruksi kuda-kuda alternatif.

Tabel 5.14 Harga kuda-kuda keseluruhan dan penghematan (“Initial Cost”)

| | Harga | Penghematan |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| Kuda-kuda rangka yang ada | Rp.164.092.870,10 | Rp. - |
| Kuda-kuda baja profil WF | Rp.90.988.447,98 | Rp.73.104.422,12 |
| Kuda-kuda baja siku ganda | Rp.100.075.885,50 | Rp.64.016.984,60 |

Tabel 5.15 Biaya siklus hidup (“Annual Cost”)

| | kuda-kuda yang ada | Alternatif 1 | alternatif 2 |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Amortisasi (PV) = CRF x Initial Cost | Rp.24.991.344,12 | Rp.13.857.540,67 | Rp.15.241.557,36 |
| Biaya pemeliharaan | Rp.6.264.000,00 | Rp.3.480.000,00 | Rp.4.698.000,00 |
| Biaya penggantian | Rp. 0 | Rp. 0 | Rp. 0 |
| Total Annual Cost | Rp.31.255.344,12 | Rp.17.337.540,67 | Rp.19.939.557,36 |

Besar penghematan untuk “Annual Cost” :

Untuk Alternatif 1 (Kuda-kuda profil WF)

$$= \text{Rp. } 31.255.344,12 - \text{Rp. } 17.337.540,67 = \text{Rp. } 13.917.803,45$$

Untuk alternatif 2 (kuda-kuda rangka baja siku ganda)

$$= \text{Rp. } 31.255.344,12,54 - \text{Rp. } 19.939.557,36 = \text{Rp. } 11.315.786,76$$

Proposal

Analisa Rekayasa Nilai

Rangka Kuda-kuda
Gedung laboratorium FTI UII Yogyakarta

5.4.3 Analisa Matrik

Pada tahap kedua dari analisa ini, ditentukan kriteria seperti halnya pada analisa tahap pertama. Kriteria ini diolah untuk mengidentifikasi rangka kuda-kuda, yaitu parameter-parameter dari kriteria disain kuda-kuda. Untuk mendapatkan hasil yang baik, diperlukan pemahaman yang mendalam baik melalui literatur, konsultasi dengan ahli tentang struktur kuda-kuda dan berdasarkan kriteria yang berlaku di Indonesia. Dari ringkasan analisa sebelumnya dan seleksi dari parameter-parameter yang ada, kriteria yang diasumsikan dalam tugas akhir ini terdapat pada lampiran 2. Dari parameter yang berdasarkan urutan pentingnya kriteria, diambil penilaian sebagai berikut ini.

- | | |
|---------------------------|------|
| 1. Biaya Pelaksanaan | = 80 |
| 2. Waktu Pelaksanaan | = 69 |
| 3. Kemudahan Pelaksanaan | = 59 |
| 4. Daya dukung | = 51 |
| 5. Biaya Pemeliharaan | = 49 |
| 6. Pabrikasi | = 39 |
| 7. Teknologi | = 25 |
| 8. Kemungkinan Diterapkan | = 22 |
| 9. Sarana kerja | = 11 |

Selanjutnya parameter-parameter ini dipakai sebagai kriteria yang akan dianalisa, dengan pembobotan dari masing-masing kriteria ditentukan dan diuji dengan “PHA”

Analisa Pembobotan Kriteria Parameter dan Uji Data.

Data yang telah ditetapkan berdasarkan kepentingannya kemudian diuji kevalidannya dengan uji konsistensi, serta menentukan bobot dari masing-masing parameter. Variabel parameter tersebut adalah sebagai berikut :

A₁=biaya Pelaksanaan; A₂=Waktu Pelaksanaan; A₃=Kemudahan Pelaksanaan; A₄=Daya Dukung; A₅=Biaya Pemeliharaan; A₆=Pabrikasi; A₇=Teknologi; A₈=Kemungkinan Diterapkan; A₉=Sarana Kerja. Parameter-parameter ini diuji dengan uji konsistensi dengan menyusun matrik perbandingan berpasangan seperti berikut ini. (lihat tabel 3.3)

Menghitung Matriks I

| Matriks Perbandingan Berpasangan | | | | | | | | | | Matriks I | Vektor Prioritas |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------------------|------------------|
| X | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | | |
| A1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2,8976 | 0,2559 |
| A2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 2,2435 | 0,1982 |
| A3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 1,7371 | 0,1534 |
| A4 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1,3180 | 0,1164 |
| A5 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1,0000 | 0,0883 |
| A6 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 0,7587 | 0,0670 |
| A7 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 0,5757 | 0,0509 |
| A8 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 0,4457 | 0,0394 |
| A9 | 1/5 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 0,3451 | 0,0305 |
| | | | | | | | | | | $\Sigma = 11,3214$ | |

Menghitung Matriks II

| Matriks Perbandingan Berpasangan | | | | | | | | | | Vektor Prioritas | | | Matriks II | | |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|------------------|---|---|------------|--------|--|
| X | A1 | A2 | A3 | A4 | A5 | A6 | A7 | A8 | A9 | | | | | | |
| A1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | X | = | = | 0,2559 | 2,3943 | |
| A2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | | | | 0,1982 | 1,8454 | |
| A3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | | | | 0,1534 | 1,4232 | |
| A4 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | | | | 0,1164 | 1,0810 | |
| A5 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | | | | 0,0883 | 0,8201 | |
| A6 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | 3 | | | | 0,0670 | 0,6226 | |
| A7 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | 2 | | | | 0,0509 | 0,4718 | |
| A8 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | 2 | | | | 0,0394 | 0,3667 | |
| A9 | 1/5 | 1/5 | 1/4 | 1/4 | 1/3 | 1/3 | 1/2 | 1/2 | 1 | | | | 0,0305 | 0,2969 | |

Matrik Nilai Prioritas (eigen value)

| Matriks II | | Vektor Prioritas | | | |
|------------|---|------------------|---|--------|--|
| 2,3943 | : | 0,2559 | = | 9,3564 | |
| 1,8454 | | 0,1982 | | 9,3014 | |
| 1,4232 | | 0,1534 | | 9,2777 | |
| 1,0810 | | 0,1164 | | 9,2869 | |
| 0,8201 | | 0,0883 | | 9,2877 | |
| 0,6226 | | 0,0670 | | 9,2925 | |
| 0,4718 | | 0,0509 | | 9,2692 | |
| 0,3667 | | 0,0394 | | 9,3071 | |
| 0,2969 | | 0,0305 | | 9,7344 | |

$$\Sigma = 84,1133$$

$$\lambda = 84,1133 : 9 = 9,3459$$

$$CI = \frac{(9,3459 - 9)}{(9 - 1)} = 0,0432$$

$$CR = \frac{0,0432}{1,45} = 0,0298 < 0,1 \text{ (Data Konsisten)}$$

Dari hasil matrik vektor prioritas, maka masing-masing bobot dari kriteria penilaian terhadap rangka kuda-kuda dapat ditetapkan sesuai dengan urutan sebagai berikut :

1. Biaya Pelaksanaan = 19,8 %
2. Waktu Pelaksanaan = 17,0 %
3. Kemudahan Pelaksanaan = 14,6 %
4. Daya Dukung = 12,6 %
5. Biaya Pemeliharaan = 12,1 %
6. Pabrikasi = 9,6 %
7. Teknologi = 6,2 %
8. Kemungkinan Diterapkan = 5,4 %
9. Sarana Kerja = 2,7 %

Kriteria dalam tahap ini diberikan berdasarkan besarnya hasil proses hierarki analitik, sedangkan skala penilaian terhadap kriteria tiap alternatif diberikan nilai antara 1 sampai dengan 4, sama dengan tingkatan penilaian Zimmerman (1982), yang mempunyai arti :

nilai 1 = rendah (“poor”)

nilai 2 = wajar (“fair”)

nilai 3 = baik (“good”)

nilai 4 = baik sekali (“excellent”)

Analisa matrik akan membahas 4 jenis rangka kuda-kuda dari analisa untung-rugi dan analisa tingkat kelayakan dengan kriteria seperti tersebut di atas. Penilaian dilakukan dengan memberi nilai antara 1 - 4 secara relatif dengan rangka kuda-kuda asal sebagai pembanding terhadap alternatif rangka kuda-kuda dalam kriteria yang ditinjau. Angka tersebut dikalikan dengan nilai dari kriteria yang ada (%), kemudian dijumlahkan. Nilai total dari tipe rangka kuda-kuda tersebut secara rinci dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Analisa matriks

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| Proyek : Gedung Laboratorium FTI Universitas Islam Indonesia Yogyakarta | | | | | | TAHAPAN ANALISA | | | | | |
| ANALISA Matrik | | | | | | | | | | | |
| Sistem = Struktur Atap Item = Rangka Kuda-kuda (penilaian terhadap 4 tipe rangka kuda-kuda) Fungsi = Melindungi struktur, Menerima, menahan, dan mereruskan beban | | | | | | | | | | | |
| Pemilihan dan penilaian ide-ide kriteria terbaik | | | | | | | | | | | |
| A = Biaya Pelaksanaan B = Waktu Pelaksanaan C = Kemudahan Pelaksanaan D = Daya Dukung E = Biaya Pemeliharaan | | | | | | F = Pabrikasi G = Teknologi H = Kemungkinan Diterapkan I = Sarana Kerja | | | | | |
| | Kriteria | A | B | C | D | E | F | G | H | I | Total |
| No | Bobot kriteria yang didapat dari analisa dengan PHA | 19,3 % | 17,0 % | 14,6 % | 12,6 % | 12,1 % | 9,6 % | 6,2 % | 5,4 % | 2,7 % | 100 % |
| 1 | Tipe Rangka Kuda-Kuda | | | | | | | | | | |
| | Kuda-kuda rangka Baja | 2 39,6 | 3 51,0 | 3 43,8 | 3 37,8 | 2 24,2 | 2 19,2 | 3 18,6 | 3 16,2 | 2 5,4 | 23 255,8 |
| 2 | Kuda-kuda Baja Profil WF | 1 19,3 | 4 68,0 | 4 58,4 | 3 37,8 | 2 24,2 | 2 19,2 | 2 12,4 | 3 16,2 | 2 5,4 | 23 261,4 |
| 3 | Kuda-kuda Kayu | 1 19,3 | 1 17,0 | 2 29,2 | 1 12,6 | 2 24,2 | 1 9,6 | 4 24,3 | 1 5,4 | 4 10,9 | 17 183,4 |
| 4 | Kuda-kuda Beton Bertulang | 3 59,2 | 1 17,0 | 1 14,6 | 2 25,2 | 4 43,4 | 1 9,6 | 3 18,6 | 2 10,8 | 3 8,1 | 20 211,5 |

Dari analisa matrik yang telah dilakukan terlihat bahwa disain rangka kuda-kuda yang mempunyai nilai tertinggi adalah kuda-kuda baja profil WF dengan skor 261,4 % (2,614), dan rangka kuda-kuda baja siku ganda dengan skor 255,8 % (2,558). Oleh karena itu terpilih dua alternatif yang akan dikalkulasikan dengan asumsi struktural pada tahapan pengembangan, sebagai rekomendasi kuda-kuda alternatif pengganti.

5.5 Tahap Pengembangan

Pada tahapan ini ide-ide yang terpilih pada tahapan sebelumnya telah dipertimbangkan keuntungan, kerugian, kelayakan dan pembobotan terhadap kriteria-kriteria yang akan mempengaruhi terhadap penilaian. Di dalam tahapan ini akan dilanjutkan dengan penentuan perhitungan biaya yang potensial bagi alternatif terpilih, yang akan memberi jalan pada pengembangan pemecahan yang bisa diterapkan.

Sebagai asumsi bagi perhitungan biaya pada seluruh kuda-kuda dipergunakan harga pada saat ini yang didapat dari produsen pembuat baja profil. Perhitungan teknis rangka kuda-kuda dan perhitungan biaya bagi rangka kuda-kuda alternatif dapat dilihat pada Lampiran 3. Dari perhitungan tersebut terlihat bahwa pada kuda-kuda profil WF paling potensial dilihat dari segi biaya, kemudian diikuti oleh rangka kuda-kuda siku ganda.

Pada perhitungan kuda-kuda alternatif dihitung masing-masing kuda-kuda dengan bentangan yang berbeda (20m, 16m, 12m), serta empat macam jurai yang digunakan (J1, J2, J3, J4). Sedangkan komponen yang lain, seperti gording, usuk, reng, genting dan perlengkapan yang lain disesuaikan dengan yang sudah ada.

5.5.1 Hitungan Konstruksi

Analisa teknis terhadap alternatif disain rangka kuda-kuda bertujuan untuk mengetahui segi teknis dari disain rangka kuda-kuda tersebut (secara lengkap hitungan teknis dapat dilihat pada lampiran 3).

Pentahapan analisa teknis yaitu dengan menghitung:

1. pembebanan pada rangka kuda-kuda,
2. gaya batang dari rangka kuda-kuda,
3. dimensi kuda-kuda,
4. biaya rangka kuda-kuda.

Berikut hasil hitungan pada alternatif kuda-kuda yang diusulkan.

1. Kuda-kuda Profil WF

Tabel 5.8 Spesifikasi Kuda-kuda profil WF

| Bentang kuda-kuda (m) | Sudut Kemiringan (°) | Tegangan Ijin (Kg / cm ²) | Tebal Plat Buhul (mm) | Diameter Baut (mm) | Harga (Rp) |
|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------|
| 20 meter | 20 | 3600 | 10 | 10 | 2.789.769,15 |
| 16 meter | 20 | 3600 | 10 | 10 | 1.450.785,52 |
| 12 meter | 20 | 3600 | 10 | 10 | 585.523,05 |

2. Rangka kuda-kuda siku ganda

Tabel 5.9 Spesifikasi kuda-kuda rangka siku ganda

| Bentang kuda-kuda (m) | Sudut Kemiringan (°) | Tegangan Ijin (Kg / cm ²) | Tebal Plat Buhul (mm) | Diameter Baut (mm) | Harga (Rp) |
|-------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------|
| 20 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 2.838.395,78 |
| 16 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 2.304.086,99 |
| 12 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 851.745,51 |

Untuk penggunaan jurai digunakan perencanaan dengan profil rangka baja siku ganda untuk kedua alternatif kuda-kuda, yang ditampilkan pada Tabel 5.10 berikut ini.

Tabel 5.10 Harga Jurai alternatif

| | Bentang (m) | Harga (Rp) |
|----------------|------------------|-----------------|
| Jurai 1 (J1) | 8,0 | 1.042.621,67 |
| Jurai 2 (J2) | 11,3 | 1.243.363,18 |
| Jurai 3 (J3) | 5,0 | 495.657,95 |
| Jurai 4 (J4) | 4,0 | 350.783,93 |

Harga asli dari kuda-kuda dan jurai yang ada di tampilkan pada Tabel 5.11 dan 5.12 berikut ini.

Tabel 5.11 Harga kuda-kuda terpakai

| Bentang kuda-kuda (m) | Sudut Kemiringan (°) | Tegangan Ijin (Kg / cm ²) | Tebal Plat Buhul (mm) | Diameter Baut (mm) | Harga (Rp) |
|-------------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|----------------------------|-----------------|
| 20 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 4.708.272,82 |
| 16 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 3.170.793,32 |
| 12 meter | 40 | 1600 | 10 | 10 | 2.432.795,51 |

Tabel 5.12 Harga Jurai terpakai

| | Bentang (m) | Harga (Rp) |
|----------------|------------------|-----------------|
| Jurai 1 (J1) | 8,0 | 1.633.840,76 |
| Jurai 2 (J2) | 11,3 | 2.225.803,14 |
| Jurai 3 (J3) | 5,0 | 856.731,94 |
| Jurai 4 (J4) | 4,0 | 643.672,66 |

Secara umum rasio perbandingan antara “worth” dan “cost” yang dikeluarkan antara 1 - 2, yaitu $1 < C/w < 2$, sehingga kemungkinan terjadi penghematan jika dilakukan analisa rekayasa nilai pada obyek yang ditinjau cukup besar.

5.5.2 Biaya Pemeliharaan

Biaya pemeliharaan adalah biaya yang digunakan untuk rawatan atau pemeliharaan selama umur rencana konstruksi. Biaya pemeliharaan ini dijabarkan dalam Tabel 5.13 berikut, yaitu pada kuda-kuda profil WF, kuda-kuda rangka siku ganda, dan kuda-kuda yang ada. Dengan asumsi bahwa setiap kuda-kuda tersebut perlu biaya pengecatan setiap 5 tahun sekali, yang gunanya untuk mencegah korosi pada profil, baut dan plat buhul.

Tabel 5.13 Biaya pemeliharaan dalam biaya sekarang (PW)

| Kuda-kuda | Luas (m ²) | Harga Cat / m ² (Rp) | Harga (PW) (Rp) |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Kuda-kuda terpakai | 1044 | Rp. 6.000 | Rp. 6.264.000 |
| Kuda-kuda Profil WF | 580 | Rp. 6.000 | Rp. 3.480.000 |
| Kuda-kuda siku ganda | 783 | Rp. 6.000 | Rp. 4.698.000 |

5.5.3 Biaya Siklus Hidup ("Life Cycle Cost")

Biaya siklus hidup adalah biaya selama umur rencana konstruksi selama 30 tahun, yang meliputi biaya awal dan biaya pemeliharaan. Biaya ini dihitung dengan asumsi tingkat bunga dan inflasi = 15 % pertahun.

Dari data tersebut dapat dihitung "Capital Recovery Factor" (CRF), yaitu faktor bagi cicilan secara periodik suatu hutang sebesar :

$$CRF = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} = \frac{15\%(1+15\%)^{30}}{(1+15\%)^{30} - 1} = 0.1523$$

Tabel 5.14 dan 5.15 berikut menyajikan biaya yang dikeluarkan untuk keseluruhan konstruksi kuda-kuda pada bangunan yang ditinjau, agar dapat dilihat penghematan serta biaya siklus hidup dari konstruksi kuda-kuda alternatif.

Tabel 5.14 Harga kuda-kuda keseluruhan dan penghematan (“Initial Cost”)

| | Harga | Penghematan |
|---------------------------|-------------------|------------------|
| Kuda-kuda rangka yang ada | Rp.164.092.870,10 | Rp. - |
| Kuda-kuda baja profil WF | Rp.90.988.447,98 | Rp.73.104.422,12 |
| Kuda-kuda baja siku ganda | Rp.100.075.885,50 | Rp.64.016.984,60 |

Tabel 5.15 Biaya siklus hidup (“Annual Cost”)

| | kuda-kuda yang ada | Alternatif 1 | alternatif 2 |
|---|--------------------|------------------|------------------|
| Amortisasi (PV) = CRF x Initial Cost | Rp.24.991.344,12 | Rp.13.857.540,67 | Rp.15.241.557,36 |
| Biaya pemeliharaan | Rp.6.264.000,00 | Rp.3.480.000,00 | Rp.4.698.000,00 |
| Biaya penggantian | Rp. 0 | Rp. 0 | Rp. 0 |
| Total Annual Cost | Rp.31.255.344,12 | Rp.17.337.540,67 | Rp.19.939.557,36 |

Besar penghematan untuk “Annual Cost” :

Untuk Alternatif 1 (Kuda-kuda profil WF)

$$= \text{Rp. } 31.255.344,12 - \text{Rp. } 17.337.540,67 = \text{Rp. } 13.917.803,45$$

Untuk alternatif 2 (kuda-kuda rangka baja siku ganda)

$$= \text{Rp. } 31.255.344,12,54 - \text{Rp. } 19.939.557,36 = \text{Rp. } 11.315.786,76$$

5.6 Tahapan Rekomendasi

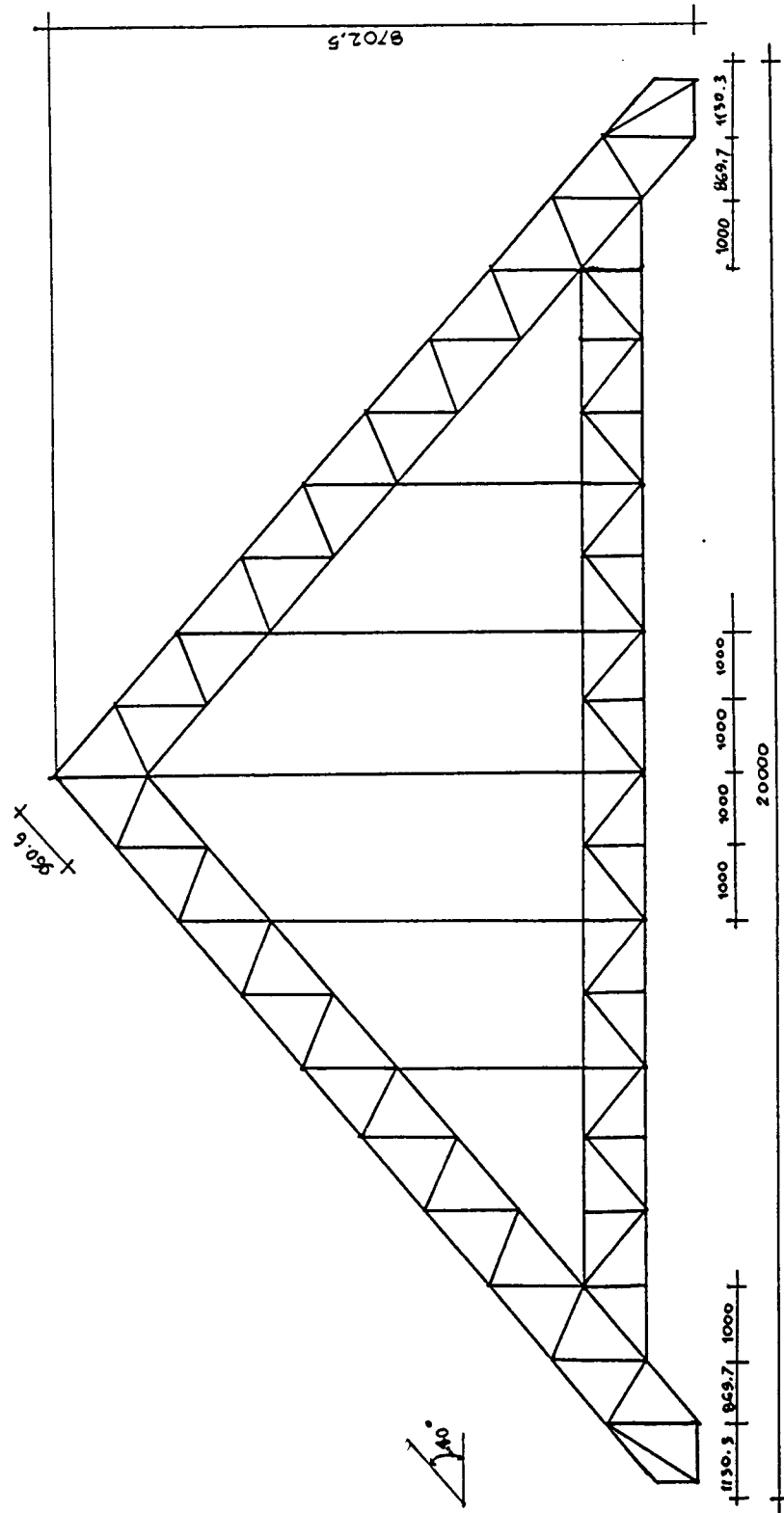
Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan pengembangan, yang merupakan tahapan akhir dari rekayasa nilai. Dalam tahapan ini gambaran tentang analisa rekayasa nilai pada rangka kuda-kuda dibuat dalam suatu bentuk laporan proposal rekayasa nilai, yaitu suatu ringkasan hasil studi rekayasa nilai dengan pengajuan laporan secara tertulis (“Proposal Summary Report”) yang berupa perbandingan konsep sebelum dilakukan studi rekayasa nilai dan konsep alternatif yang diajukan setelah dilakukan studi rekayasa nilai. Didalam ringkasan laporan tersebut juga tercantum besar penghematan “initial cost” dan “annual cost” dari alternatif-alternatif yang diajukan. Ringkasan tersebut dapat dilihat berikut ini.

Proposal

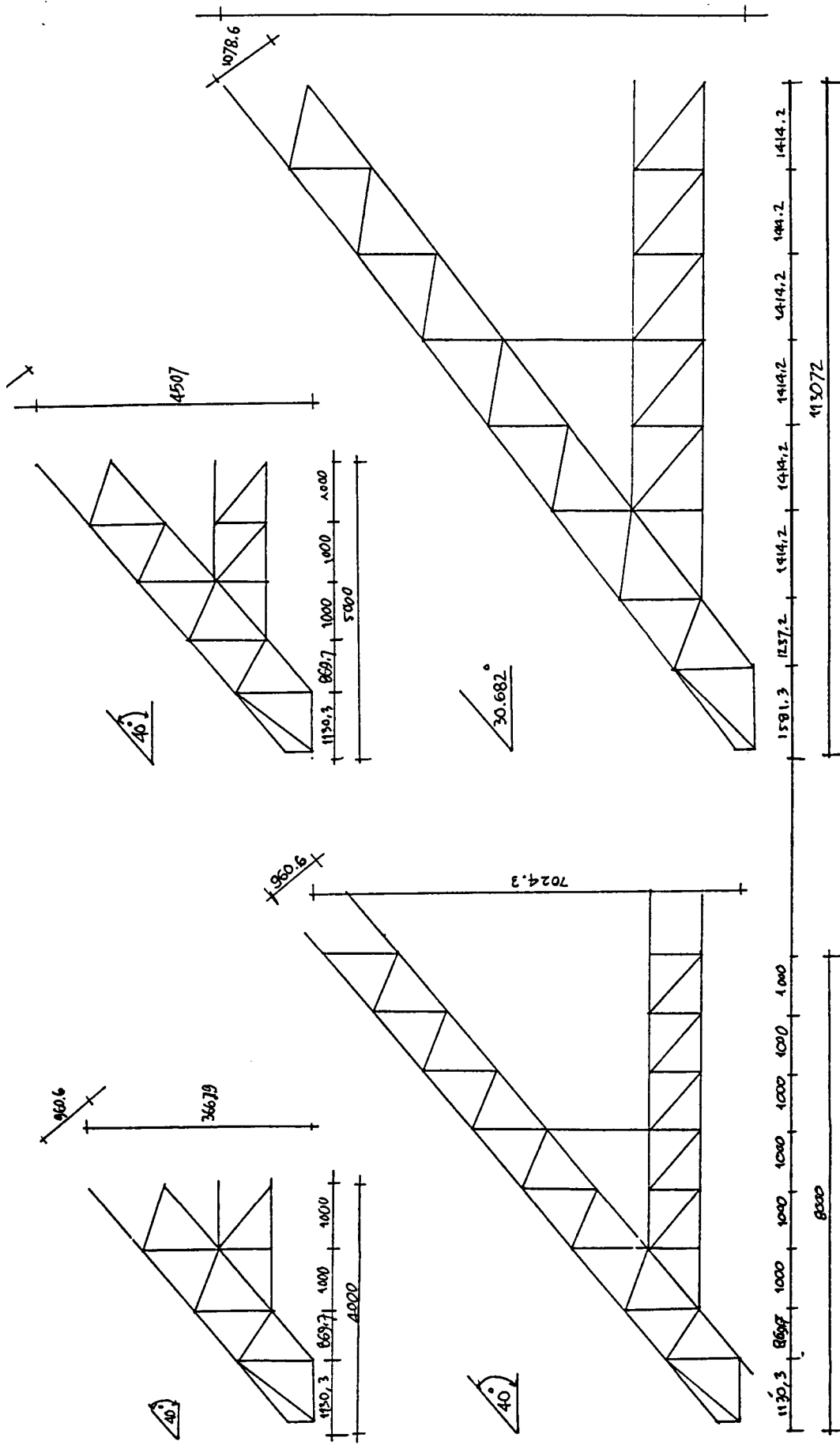
Analisa Rekayasa Nilai

Rangka Kuda-kuda
Gedung laboratorium FTI UII Yogyakarta

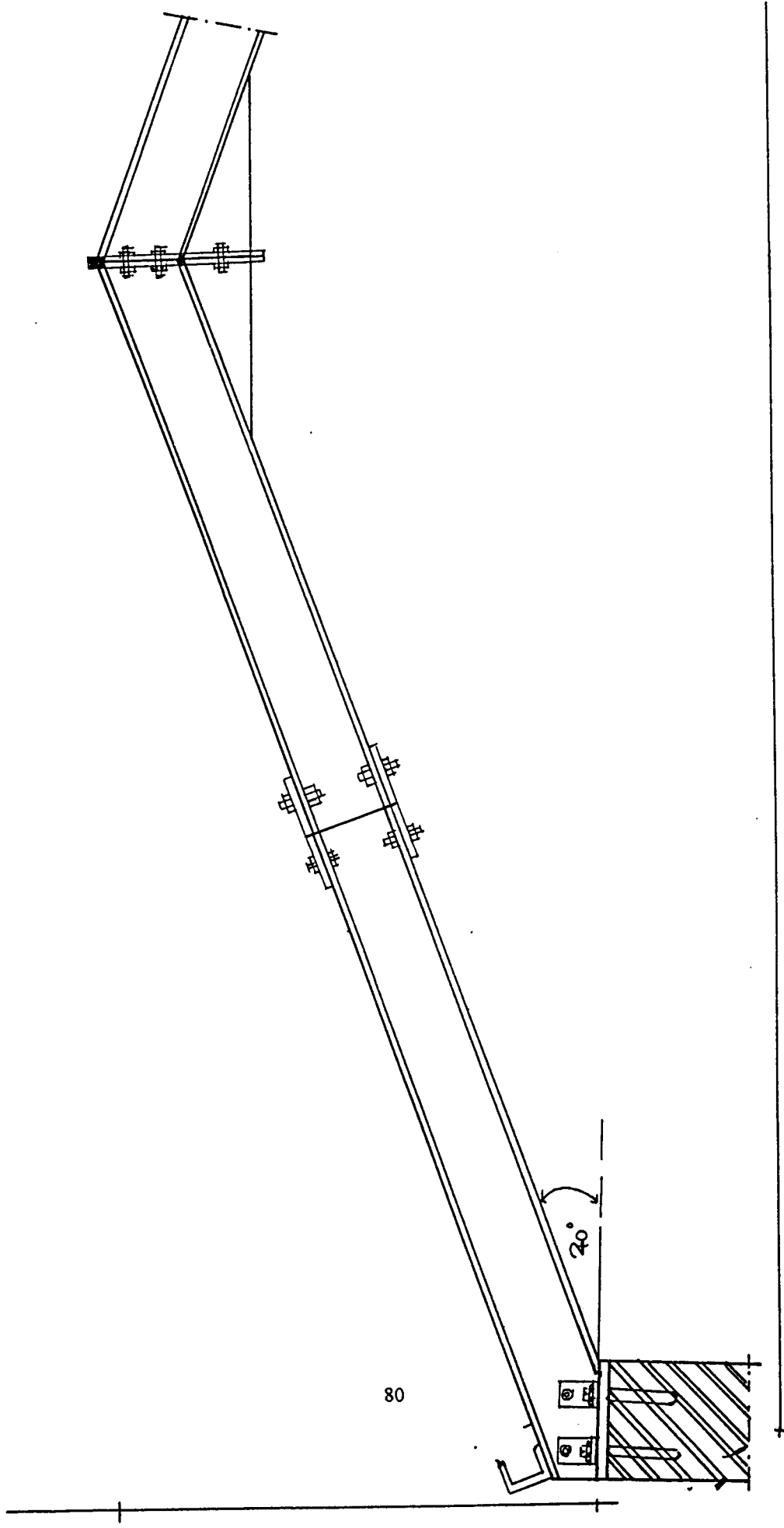
| | |
|--|-----------------|
| <i>Proposal Rekayasa Nilai</i> No : 1 | Tanggal : |
| Rangka kuda-kuda | |
| <p>1. Umum</p> <p>Pada analisa rekayasa nilai ini yang ditinjau pada rangkakuda-kuda perbandingan antara rangka kuda-kuda yang ada dengan rangka kuda-kuda siku ganda dan kuda-kuda profil WF. Disini tidak membahas struktur lainnya yang berhubungan dengan atap seperti gording, usuk, reng, dan accessories yang lain, oleh karena itu dimensinya diperkirakan dengan pendekatan terhadap standar perencanaan awal serta dimensi yang berlaku yang berasal dari spesifikasi teknis dari produsen. Harga disain yang dipakai adalah harga saat ini yang didapat dari produsen.</p> <p>2. Tata letak bangunan A, B, dan C adalah sama, sehingga denah yang dipergunakan untuk kuda-kuda alternatif dan kuda-kuda asli adalah sama. Berikut gambar kuda-kuda alternatif dan kuda-kuda yang ada pada proyek</p> <p>Gambar 1. Kuda-kuda yang ada pada proyek</p> <p>Gambar 2. Jurai yang ada pada proyek</p> <p>Gambar 3. Kuda-kuda profil WF</p> <p>Gambar 4. Kuda-kuda rangka siku ganda</p> <p>Gambar 5. Jurai alternatif usulan</p> | |
| | |



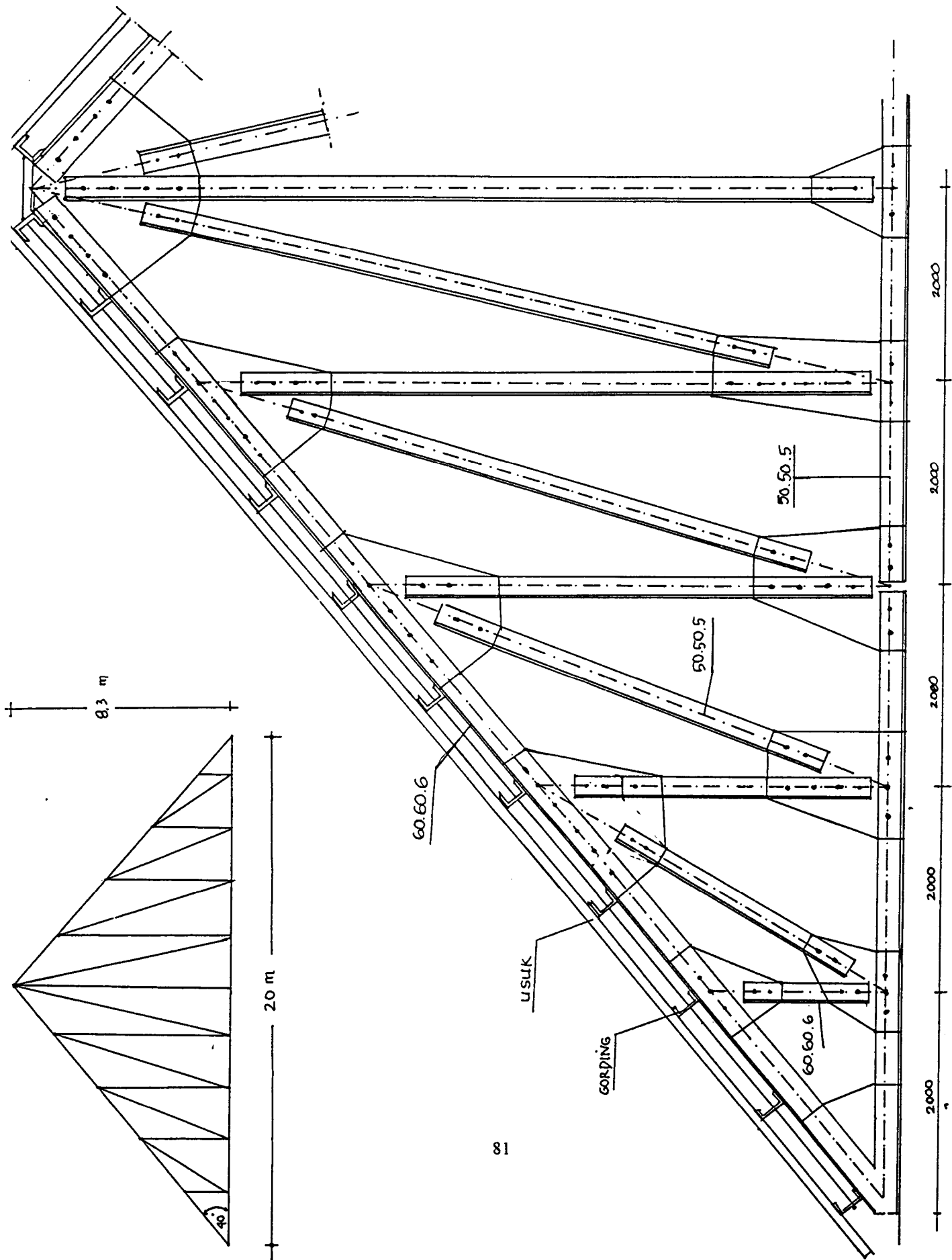
Gambar 5.2 Rangka kuda-kuda proyek

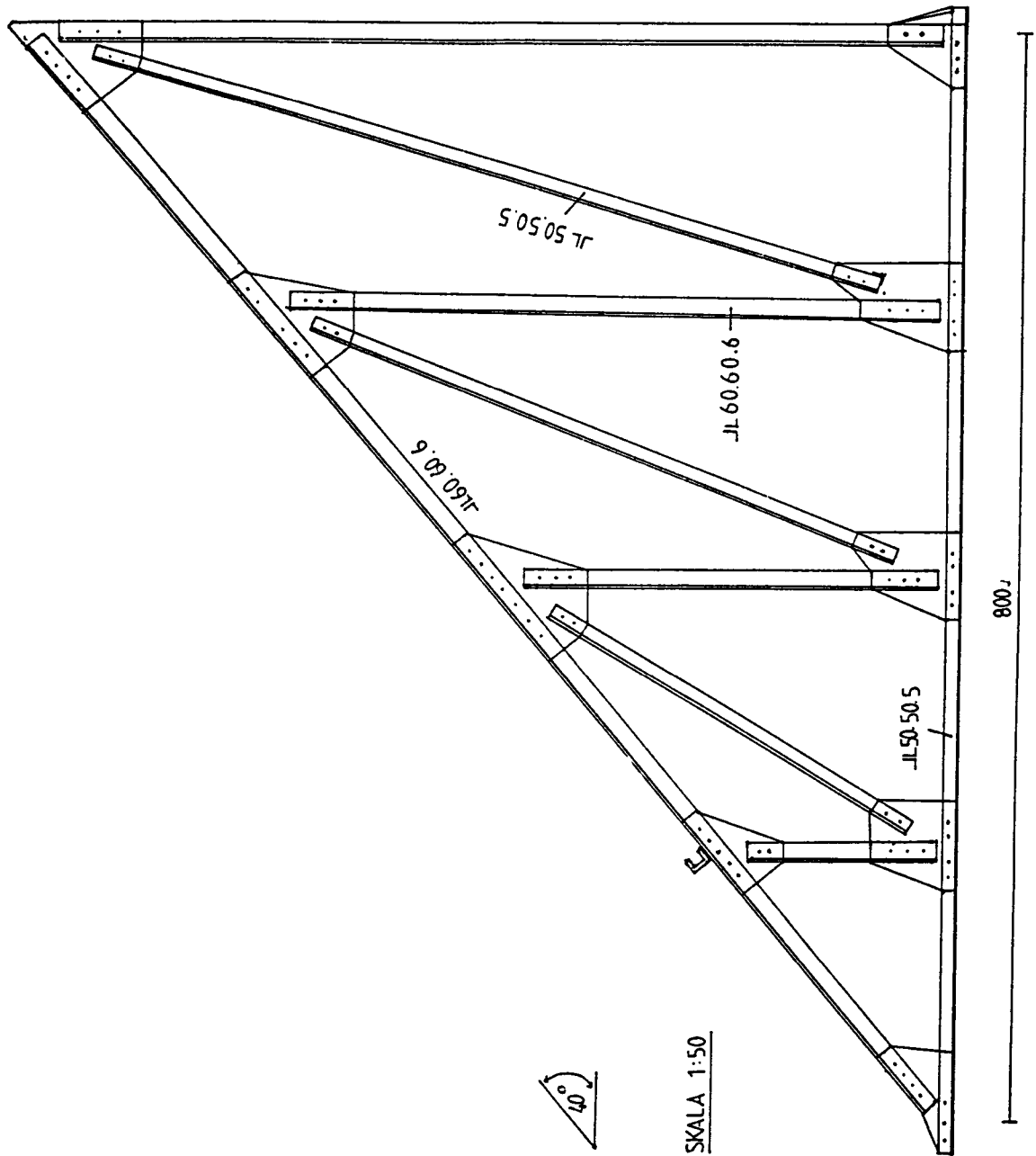


Gambar 5.3 Jurai terpakai proyek

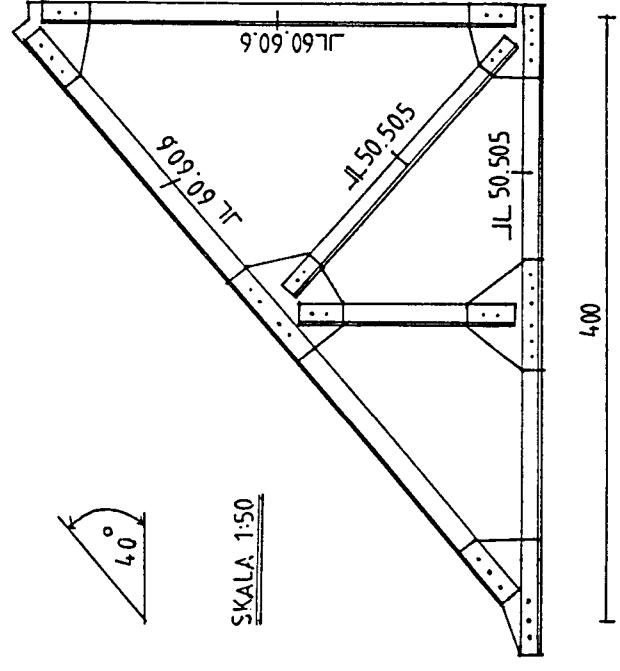
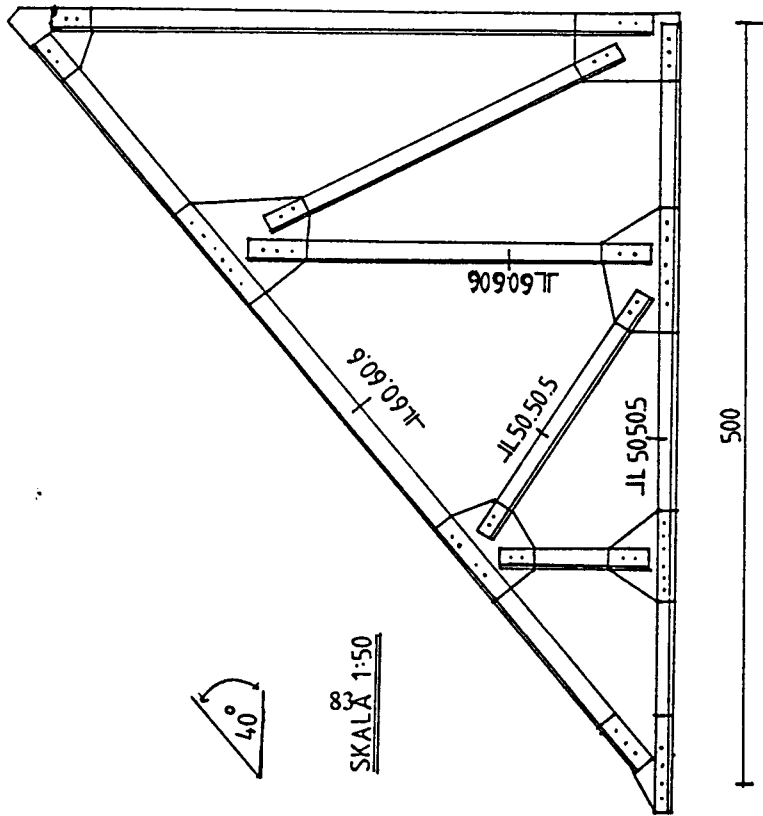


Gambar 5.4 Kuda-kuda profil WF





Gambar 3.6 Jurai usulan



Gambar 5.7 Lanjutan Jurai usulan

| | |
|---|--|
| <p><i>Proposal Rekayasa Nilai</i> No: 2</p> | <p>Tanggal:</p> |
| <p>Rangka Kuda-kuda</p> | |
| <p>Item: Kuda-kuda</p> | <p>Fungsi : Melindungi, Menahan, Mendukung, meneruskan Beban</p> |
| <p style="text-align: center;"><u>Konsep Sebelum Studi</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur kuda-kuda menggunakan rangka menerus sepanjang tumpuan kuda-kuda. 2. Daya dukung baik, biaya mahal dan pelaksanaan relatif lama. 3. Bahan yang digunakan mudah didapat. 4. Dipakai: <ol style="list-style-type: none"> a. L80.80.8 b. L70.70.7 c. L60.60.6 d. L50.50.5 | <p style="text-align: center;"><u>Konsep Alternatif yang diajukan</u></p> <p>Alternatif 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur kuda-kuda menggunakan baja profil WF. 2. Daya dukung baik, biaya relatif mahal, pelaksanaan sangat cepat. 3. Bahan yang digunakan diperlukan pemesanan. 4. Dipakai : <ol style="list-style-type: none"> a. WF 18X40 b. WF 14X26 c. WF 12X14 <p>Alternatif 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur kuda-kuda menggunakan rangka baja profil siku ganda dengan bentuk rangka efisien sesuai hitungan keamanan. 2. Daya dukung memadai, biaya lebih murah, pelaksanaan cukup cepat. 3. Bahan yang digunakan mudah didapat. 4. Dipakai: <ol style="list-style-type: none"> a. L60.60.6 b. L50.50.5 c. L40.40.4 |

| | | | |
|--|--|----------------------|--|
| <i>Proposal Rekayasa Nilai</i> <i>No : 3</i> | | <i>Tanggal :</i> | |
| Penghematan Pada Kuda-kuda | | | |
| Taksiran penghematan inisial (Estimated Initial Saving) | | | |
| Kuda-kuda Profil WF | | Kuda-kuda siku ganda | |
| Rp. 73.104.422,12 | | Rp. 64.016.984,60 | |
| Taksiran penghematan Siklus Hidup (Estimated Life Cycle Saving) | | | |
| Kuda-kuda Profil WF | | Kuda-kuda siku ganda | |
| Rp. 13.917.803,45 | | Rp. 11.315.786,76 | |

BAB VI

PEMBAHASAN

Pembahasan dalam bab ini akan membahas mengenai sistem penilaian pada analisa keuntungan dan kerugian, analisa kelayakan, analisa matrik dan biaya siklus hidup.

6.1 Analisa Keuntungan dan Kerugian

Sistem penilaian dengan teknik analisa keuntungan-kerugian ini, dirasakan masih sangat kasar karena nilai yang diberikan hanya mempunyai dua pilihan, yaitu nilai negatif (-) dan nilai positif (+) pada besar angka yang sudah diasumsikan. Misalnya untuk bahan yang mempunyai biaya awal mahal mempunyai nilai -3 dan yang mempunyai biaya murah mempunyai nilai 3, sedangkan nilai di antaranya, yaitu -2, -1, 0, 1, 2 tidak terpakai. Dengan demikian asumsi biaya terhadap bahan diberikan dengan sangat ekstrim yaitu mahal atau murah saja, padahal selisih biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing bahan tidak seperti itu.

Begitu juga pada penilaian kriteria-kriteria yang lain, yang mendapat penilaian antara dua kemungkinan saja. Hal ini mengakibatkan penganalisaan pada tahapan ini akurasi kurang bisa diandalkan, hal ini terbukti dengan adanya jumlah penilaian yang sama terhadap alternatif yang berbeda, sehingga perlu kiranya ada suatu penilaian yang lain yang mempunyai akurasi lebih baik.

Dari penilaian pada teknik ini, didapat hasil sebagai berikut ini.

Tabel 6.1 Hasil penilaian analisa keuntungan-kerugian

| Alternatif kuda-kuda | Nilai |
|------------------------------|-------|
| Kuda-kuda baja siku ganda | +2 |
| Kuda-kuda profil WF | +2 |
| Kuda-kuda kayu | -2 |
| Kuda-kuda beton konvensional | 0 |

6.2 Analisa Kelayakan

Pada analisa kelayakan sistem penilaian sudah cukup akurat, hanya subyektivitas penilaian dari analisis studi sangat dominan dalam memberikan nilai pada kriteria-kriteria yang ada. Oleh karena itu dibutuhkan banyak orang yang sudah berpengalaman pada bidang yang ditinjau, sebagai pemberi nilai agar penilaian lebih obyektif dan akurasinya bisa dipertanggungjawabkan.

Dari penilaian pada teknik ini, didapat hasil sebagai berikut ini.

Tabel 6.2 Hasil penilaian analisa kelayakan

| Alternatif kuda-kuda | Nilai |
|------------------------------|-------|
| Kuda-kuda baja siku ganda | 47 |
| Kuda-kuda profil WF | 48 |
| Kuda-kuda kayu | 41 |
| Kuda-kuda beton konvensional | 42 |

6.3 Analisa Matriks

Pada analisa matriks penilaian sudah baik, karena terdapat uji konsistensi pada data asumptif yang digunakan sebagai kriteria-kriteria penilaian, sehingga subyektifitas penilaian dari analisis dapat diminimalisasi secara optimal.

Dari penilaian pada teknik ini, didapat hasil sebagai berikut ini.

Tabel 6.3 Hasil penilaian analisa matriks

| Alternatif kuda-kuda | Nilai |
|------------------------------|-------|
| Kuda-kuda baja siku ganda | 255,8 |
| Kuda-kuda profil WF | 261,4 |
| Kuda-kuda kayu | 153,4 |
| Kuda-kuda beton konvensional | 211,5 |

Hasil dari analisa matriks menunjukkan bahwa rangka profil WF mempunyai nilai paling besar, dengan parameter-parameter yang digunakan terdiri dari biaya pelaksanaan (A), waktu pelaksanaan (B), kemudahan pelaksanaan (C), daya dukung (D), biaya pemeliharaan (E), pabrikasi (F), teknologi (G), kemungkinan diterapkan (H) dan sarana kerja (I).

Parameter yang mempunyai nilai paling tinggi adalah biaya pelaksanaan (19,8 %) dan waktu pelaksanaan (17 %). Oleh karena itu alternatif yang mempunyai biaya murah dan waktu pelaksanaan yang cepat mempunyai nilai lebih baik, dibandingkan dengan alternatif yang mempunyai biaya mahal dan waktu pelaksanaan yang relatif lama.

6.4 Biaya Siklus Hidup

Pada tahap pengembangan hanya dua alternatif yang dikembangkan lebih lanjut dalam bentuk perhitungan struktur dan perhitungan harga, yaitu kuda-kuda rangka baja siku ganda dan kuda-kuda profil WF. Dari hasil perhitungan dan analisa ternyata didapat biaya awal yang paling murah untuk keseluruhan kuda-kuda adalah pada kuda-kuda baja profil WF sebesar Rp.90.988.447,98, dan diikuti oleh kuda-kuda rangka baja siku ganda sebesar Rp.100.075.885,50. Jika dihitung penghematan biaya awal alternatif kuda-kuda terhadap kuda-kuda yang ada, didapat pada kuda-kuda profil WF penghematan sebesar Rp.73.104.422,12 dan pada kuda-kuda baja siku ganda penghematan sebesar Rp.64.016.984,60. Dari perhitungan biaya siklus hidup selama umur konstruksi, didapatkan penghematan untuk kuda-kuda profil WF penghematan sebesar Rp.13.917.803,45 pada kuda-kuda baja siku ganda sebesar Rp.11.315.786,76.

Biaya siklus hidup pada kuda-kuda dengan bahan struktur baja adalah terletak pada pemeliharaan rangka kuda-kuda dari korosi dan karat. Oleh karena itu pada rangka kuda-kuda yang mempunyai luasan lebih kecil akan semakin sedikit biaya yang dikeluarkan untuk biaya siklus hidup. Pada kuda-kuda profil WF luasan yang perlu dilakukan pengecatan lebih sedikit dibandingkan luasan pada kuda-kuda rangka siku ganda, sehingga penghematan biaya siklus pada kuda-kuda profil WF jauh lebih besar dibandingkan kuda-kuda rangka siku ganda.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan pada bab sebelumnya, dalam penerapan analisa rekayasa nilai terhadap rangka kuda-kuda pada Gedung Laboratorium Fakultas Teknologi dan Manajemen Industri Universitas Islam Indonesia Yogyakarta didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Pada analisa keuntungan dan kerugian dan analisa matriks terdapat perbedaan yaitu, sistem penilaian analisa keuntungan dan kerugian dilakukan dengan cara membandingkan dari segi keuntungan dan kerugian saja, sedangkan pada analisa matriks sistem penilaian dilakukan berdasarkan konsultasi dengan para ahli, selanjutnya dengan uji konsistensi data.
2. Dari analisa biaya inisial pada struktur rangka kuda-kuda, diperoleh penghematan sebagai berikut :
 - a. kuda-kuda profil WF = Rp.73.104.422,12
 - b. rangka kuda-kuda baja profil siku ganda usulan = Rp.62.016.984,60
3. Dengan dilakukannya evaluasi siklus hidup selama 25 tahun untuk seluruh kuda-kuda pada bangunan, maka diperoleh penghematan sebagai berikut ini.

a. kuda-kuda profil WF = Rp.13.917.803,45

b. rangka kuda-kuda baja profil siku ganda usulan = Rp.11.315.786,76

Dapat disimpulkan bahwa kuda-kuda baja profil WF (alternatif I) dipilih sebagai disain yang diusulkan dan rangka kuda-kuda baja profil siku ganda (alternatif II) sebagai disain cadangan.

6.2 Saran

Dari studi rekayasa nilai ini dapat diberikan beberapa saran antara lain :

1. sebaiknya setiap proyek melakukan rekayasa nilai pada tahapan awal proyek (tahap perencanaan/disain), sehingga akan didapat penghematan biaya yang optimal,
2. hendaknya konsultan perencana mengerti tentang ilmu rekayasa nilai, sehingga dari awal perencanaan sudah diterapkan rekayasa nilai,
3. diperlukan suatu tim rekayasa nilai yang penuh kreatifitas, sehingga akan bermunculan ide-ide yang kreatif dalam pengajuan alternatif-alternatif yang bisa diterapkan pada suatu masalah.

DAFTAR PUSTAKA

1. _____, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*, Departemen Pekerjaan Umum, Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
2. _____, 1989, *Manual of Steel Construction*, American Institute of Steel Construction, Inc.
3. _____, 1997, *Rencana Anggaran Biaya Proyek Gedung FTI*, UII Yogyakarta, PT. Pembangunan Perumahan Cabang V Semarang.
4. Alphonso J. Dell'Isola, 1975, *Value Engeneering in The Construction Industry*, A Construction Publishing Company Limited, New York.
5. Chandra. S. Robert H Mitchel, 1986, *The Application of Value Engeneering and Analysis Design and Constuction*, Jakarta.
6. Edward D Heller, 1971, *Value Management : Value Engeneering and Cost Reduction*. Addison Wesley Publishing Company Inc, Philipines.
7. Gunawan. T Ir, & Margaret. S Ir, 1993, *Teori soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I*, Delata Teknik Group, Jakarta.
8. Lawrance D Miles, 1972, *Techniques of Value Analysis and Engeneering*. Mc. Graw-Hill, Inc, New York.

9. Larry Zimmerman. PE. Glen. D Hart, 1982, *Value Engineering a partical Approach for Owners, desaigners, and Contractors*, Van Nostrand Reinhold, Company, New York.
10. Moch. Anas Aly, 1988, *Penerapan Value Engineering di Bidang Jalan*, Makalah Pada Seminar Nasional Peranan Value Engineering Dalam Pengelolaan Proyek Pembangunan Nasional di Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
11. Morisco Ir, 1985, *Kumpulan Kuliah Konstruksi Baja I*, Lembaga Kesejahteraan Mahasiswa, Senat Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil, UII, Yogyakarta.
12. Tadjddin BMA, 1994, *Penerapan Rekayasa nilai Pada Disain Jembatan Kampus Terpadu UII Yogyakarta*, Tesis Program Magister Manajemen dan Rekayasa Konstruksi ITB, Bandung.

Cost Model Proyek

| No | Jenis Pekerjaan | Satuan | Volume | Harga Satuan | Total Harga | Bobot (%) |
|----|---------------------------------|--------|--------|--------------|-------------|-----------|
| A | Struktur Bagian Bawah | | | | | |
| 1 | Galian Tanah | M3 | 6530 | 4000 | 26120000 | 0,94731 |
| 2 | Urugan tanah | M3 | 4588 | 2000 | 9176000 | 0,33279 |
| 3 | Buangan Tanah keluar Site | M3 | 1942 | 2000 | 3884000 | 0,14086 |
| 4 | Urugan Pasir T=10 cm | M3 | 427 | 15200 | 6490400 | 0,23539 |
| 5 | Lantai kerja T=7 cm | M3 | 297 | 89825 | 26678025 | 0,96755 |
| 6 | Beton pondasi lajur | M3 | 1232 | 333758 | 411189856 | 14,9129 |
| 7 | Beton tie beam 35 x 70 | M3 | 164 | 530329 | 86973956 | 3,15435 |
| 8 | Beton Kolom Pedestal | M3 | 38 | 508062 | 19306356 | 0,7002 |
| 9 | Retaining Wall T=20 cm | M3 | 140 | 509008 | 71261120 | 2,58448 |
| 10 | Pelat Lantai t=15 cm | M3 | 241 | 450495 | 108569295 | 3,93756 |
| 11 | Pelat Lantai t=20 cm | M3 | 170 | 370932 | 63058440 | 2,28698 |
| 12 | Beton Pit Lift | M3 | 4 | 557719 | 2230876 | 0,08091 |
| 13 | Plat Epoxy untuk dalam pit lift | M2 | 20 | 19200 | 384000 | 0,01393 |
| 14 | Polyethelene Sheet unt. Dinding | M2 | 1182 | 1100 | 1300200 | 0,04716 |
| | Sub Total | | | | 836622524 | 30,3424 |
| B | Struktur Bagian Atas | | | | | |
| 1 | Kolom Beton K1-K10 | M3 | 300 | 580916 | 174274800 | 6,32055 |
| 2 | Kolom Beton K11 | M3 | 15 | 519000 | 7785000 | 0,28234 |
| 3 | Kolom Beton K12 | M3 | 10 | 519000 | 5190000 | 0,18823 |
| 4 | Kolom Beton K13 | M3 | 22 | 577000 | 12694000 | 0,46038 |
| 5 | Kolom Beton K14-17 | M3 | 20 | 610050 | 12201000 | 0,4425 |
| 6 | Balok Induk | M3 | 784 | 486140 | 381133760 | 13,8228 |
| 7 | Balok Anak | M3 | 536 | 481450 | 247337200 | 8,97035 |
| 8 | Kolom Praktis | M3 | 29 | 816671 | 17883459 | 0,64859 |
| 9 | Beton Lintel Jendela | M3 | 73 | 816671 | 45016983 | 1,63266 |
| 10 | Beton dibawah Railing Void | M3 | 7,5 | 509000 | 3817500 | 0,13845 |
| 11 | Listplank ukuran 10/200 | M3 | 4 | 635200 | 2540800 | 0,09215 |
| 12 | Konsol dudukan kuda-kuda | m3 | 17 | 692300 | 11769100 | 0,42684 |
| 13 | Pelat Lantai t=12 cm | M3 | 775 | 505061 | 391422275 | 14,196 |
| 14 | Pelat Lantai t=10 cm | M3 | 2 | 561400 | 1122800 | 0,04072 |
| | Sub Total | | | | 1,314E+09 | 47,6626 |
| C | Struktur Atap | | | | | |
| 1 | Pelat Dak | M3 | 42 | 481259 | 20212878 | 0,73307 |
| 2 | Balok Dak | M3 | 64 | 514880 | 32952320 | 1,1951 |
| 3 | Ring Balok ukuran 40/70 | M3 | 56 | 522227 | 29244712 | 1,06064 |
| 4 | Talang beton 35 x 50 x 10 | M1 | 337 | 133488 | 44985456 | 1,63152 |
| 5 | Rangka rafle | | | | | |
| | a. Baja L 80.80.8 | Kg | 4052 | 1500 | 6078000 | 0,22044 |
| | b. Baja L 70.70.7 | Kg | 41708 | 1500 | 62562000 | 2,26898 |
| | c. Baja L 60.60.6 | Kg | 10394 | 1500 | 15591000 | 0,56545 |
| | d. Baja L50.50.5 | Kg | 15141 | 1500 | 22711500 | 0,82369 |
| | e. Pipa hitam Dia.5" t=5mm | M1 | 380 | 34500 | 13110000 | 0,47547 |
| 6 | Gording C 150.65.20.2,3 | Kg | 14767 | 1500 | 22150500 | 0,80335 |
| 7 | Dudukan Gording L50.50.5 | Kg | 1300 | 1500 | 1950000 | 0,07072 |
| 8 | Trekstang Dia. 10mm | Kg | 720 | 1500 | 1080000 | 0,03917 |
| 9 | Base Plate tebal 12mm | Kg | 4748 | 1500 | 7122000 | 0,2583 |
| 10 | Plat simpul rangka rafter | Kg | 26549 | 1500 | 39823500 | 1,44431 |
| 11 | Baut plat simpul M16 | Bh. | 12980 | 800 | 10384000 | 0,3766 |

| | | | | | | |
|----|-------------------------------|----|------|---------|-----------|---------|
| 12 | Baut Hitam Dia 1/2" x 1" | Bh | 1146 | 500 | 573000 | 0,02078 |
| 13 | Mur Dia. 1/2" | Bh | 3650 | 200 | 730000 | 0,02648 |
| 14 | Angker Dia 20 x 50 cm | Bh | 320 | 500 | 160000 | 0,0058 |
| 15 | Cat Baja | M2 | 6718 | 6000 | 40308000 | 1,46188 |
| 16 | Kaso 5/7 sejajar gording | M3 | 9 | 1182750 | 10644750 | 0,38606 |
| 17 | Genteng Beton atap utama | M2 | 2694 | 9830 | 26482020 | 0,96044 |
| 18 | Kaso 5/7 dan reng 3/4 | M2 | 2694 | 17725 | 47751150 | 1,73182 |
| 19 | Genteng Beton atap overstek | M2 | 1981 | 9830 | 19473230 | 0,70625 |
| 20 | Atap Overstek | M2 | 1981 | 29135 | 57716435 | 2,09324 |
| 21 | Listplank Kayu jati cat 3/25 | M1 | 1078 | 31924 | 34414072 | 1,24812 |
| 22 | Flashing -Talang beton | M1 | 336 | 8200 | 2755200 | 0,09992 |
| | -Talang overstek | M1 | 1395 | 5500 | 7672500 | 0,27826 |
| 23 | Bubungan genteng beton | M1 | 84 | 11817 | 992628 | 0,036 |
| 24 | Jurai genteng beton | M1 | 286 | 11817 | 3379662 | 0,12257 |
| 25 | Talang Jurai | M1 | 32 | 23324 | 746368 | 0,02707 |
| 26 | Lubang angin | M2 | 102 | 82500 | 8415000 | 0,30519 |
| 27 | pelindung pada talang beton | M2 | 480 | 15400 | 7392000 | 0,26809 |
| 28 | pelindung pada dak atap beton | M2 | 448 | 15400 | 6899200 | 0,25022 |
| | Sub Total | | | | 606463081 | 21,995 |
| | Total | | | | 2,757E+09 | 100 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 2 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 3 |
| 4. | Daya Dukung | 4 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 5 |
| 6. | Pabrikasi | 6 |
| 7. | Teknologi | 7 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 8 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 2 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 5 |
| 4. | Daya Dukung | 4 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 3 |
| 6. | Pabrikasi | 6 |
| 7. | Teknologi | 7 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 8 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 3 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 2 |
| 4. | Daya Dukung | 6 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 5 |
| 6. | Pabrikasi | 4 |
| 7. | Teknologi | 8 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 7 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 2 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 6 |
| 4. | Daya Dukung | 3 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 4 |
| 6. | Pabrikasi | 5 |
| 7. | Teknologi | 7 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 9 |
| 9. | Sarana Kerja | 8 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 2 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 1 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 3 |
| 4. | Daya Dukung | 4 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 7 |
| 6. | Pabrikasi | 5 |
| 7. | Teknologi | 6 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 8 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 3 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 4 |
| 4. | Daya Dukung | 5 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 2 |
| 6. | Pabrikasi | 7 |
| 7. | Teknologi | 8 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 6 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 2 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 3 |
| 4. | Daya Dukung | 5 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 6 |
| 6. | Pabrikasi | 4 |
| 7. | Teknologi | 9 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 7 |
| 9. | Sarana Kerja | 8 |

PARAMETER**PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA**

| Nomor | Parameter Kriteria Disain Rangka Kuda-Kuda | Rangking Berdasarkan Urutan Pentingnya |
|-------|--|--|
| 1. | Biaya Pelaksanaan | 1 |
| 2. | Waktu Pelaksanaan | 4 |
| 3. | Kemudahan Pelaksanaan | 2 |
| 4. | Daya Dukung | 3 |
| 5. | Biaya Pemeliharaan | 5 |
| 6. | Pabrikasi | 7 |
| 7. | Teknologi | 6 |
| 8. | Kemungkinan Diterapkan | 8 |
| 9. | Sarana Kerja | 9 |

PERHITUNGAN PARAMETER KRITERIA DISAIN RANGKA KUDA-KUDA

| Parameter Ke → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Biaya Pelaksanaan | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Waktu Pelaksanaan | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 |
| Kemudahan Pelaksanaan | 3 | 5 | 2 | 6 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |
| Daya Dukung | 4 | 4 | 6 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| Biaya Pemeliharaan | 5 | 3 | 5 | 4 | 7 | 2 | 6 | 5 | 4 |
| Pabrikasi | 6 | 6 | 4 | 5 | 5 | 7 | 4 | 7 | 7 |
| Teknologi | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 8 | 9 | 6 | 8 |
| Kemungkinan Diterapkan | 8 | 8 | 8 | 9 | 8 | 6 | 7 | 8 | 6 |
| Sarana kerja | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 |

Nilai Ranking : 1=9; 2=8; 3=7; 4=6; 5=5; 6=4; 7=3; 8=2; 9=1

| Parameter Ke → | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Σ |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Biaya Pelaksanaan | 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 80 |
| Waktu Pelaksanaan | 8 | 8 | 7 | 8 | 9 | 7 | 8 | 6 | 8 | 69 |
| Kemudahan Pelaksanaan | 7 | 5 | 8 | 4 | 7 | 6 | 7 | 8 | 7 | 59 |
| Daya Dukung | 6 | 6 | 4 | 7 | 6 | 5 | 5 | 7 | 5 | 51 |
| Biaya Pemeliharaan | 5 | 7 | 5 | 6 | 3 | 8 | 4 | 5 | 6 | 49 |
| Pabrikasi | 4 | 4 | 6 | 5 | 5 | 3 | 6 | 3 | 3 | 39 |
| Teknologi | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | 4 | 25 |
| Kemungkinan Diterapkan | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 22 |
| Sarana kerja | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 11 |

PERHTUNGAN HARGA KUDA-KUDA YANG ADA

1. KUDA-KUDA BENTANG 20 m (K3)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 15 x 0,84 | 95,004 |
| | | 51 x 1,31 | 503,747 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 30 x 1 | 325,2 |
| | | 2 x 2,5 | 54,1 |
| | | 2 x 2,42 | 91,056 |
| | | 1 x 3,9 | 63,956 |
| JL 70.70.7 | 7,38 x 2 | 42 x 1,31 | 812,095 |
| TOTAL | | | 1945,158 |

Pada Kuda-kuda juga dipakai pipa baja Φ 5" sepanjang : - 5 X 1,31 m

- 7 X 0,84 m

Panjang pipa baja keseluruhan terpakai = 12,43 m

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Harga pipa baja Φ 5" per meter dari produsen = Rp. 34.500,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $1945,158 \times 1,1 = 2139,6738$ Kg.

Harga kuda-kuda = $(2139,6738 \times 1800) + (12,43 \times 34.500) = \text{Rp. } 4.280.247,84$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 4.280.247,84 \times 1,1 = \text{Rp. } 4.708.272,82$

2. KUDA-KUDA BENTANG 16 m (K2)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 11 x 0,84 | 69,6696 |
| | | 37 x 1,31 | 365,4638 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 24 x 1 | 260,16 |
| | | 30 x 1,37 | 426,012 |
| | | 2 x 0,84 | 18,2112 |
| | | 2 x 2,5 | 54,2 |
| | | 1 x 4,2 | 45,528 |
| | | TOTAL | 1239,2446 |

Pada Kuda-kuda juga dipakai pipa baja Φ 5" sepanjang : - 5 X 1,31 m

- 7 X 0,84 m

Panjang pipa baja keseluruhan terpakai = 12,43 m

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Harga pipa baja Φ 5" per meter dari produsen = Rp. 34.500,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $1239,2446 \times 1,1 = 1363,1691$ Kg.

Harga kuda-kuda = $(1363,1691 \times 1800) + (12,43 \times 34.500) = \text{Rp. } 2.882.539,38$

Ditambah PPN 10 % = $\text{Rp. } 2.882.539,38 \times 1,1 = \text{Rp. } 3.170.793,32$

3. KUDA-KUDA BENTANG 12 m (K1)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 11 x 0,84 | 69,6696 |
| | | 32 x 1,31 | 316,0768 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 22 x 1 | 238,48 |
| | | 2 x 2,5 | 340,8096 |
| | | 24 x 1,31 | 54,2 |
| | | TOTAL | 1019,236 |

Pada Kuda-kuda juga dipakai pipa baja Φ 5" sepanjang : - 3 x 1,31 m

- 2 x 0,84 m

Panjang pipa baja keseluruhan terpakai = 5,61 m

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Harga pipa baja Φ 5" per meter dari produsen = Rp. 34.500,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $1019,236 \times 1,1 = 1121,1596$ Kg.

Harga kuda-kuda = $(1121,1596 \times 1800) + (5,61 \times 34.500) = \text{Rp. } 2.211.632,28$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 2.211.632,28 \times 1,1 = \text{Rp. } 2.432.795,51$

PERHTUNGAN HARGA JURAI YANG ADA

1. JURAI 1 (J1)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 5 x 0,34 | 31,668 |
| | | 21 x 1,31 | 207,4254 |
| JL 70.70.7 | 7,38 x 2 | 15 x 1,31 | 290,034 |
| | | 12 x 1 | 177,12 |
| TOTAL | | | 706,2474 |

Pada Kuda-kuda juga dipakai pipa baja Φ 5" sepanjang : 2,52 m

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Harga pipa baja Φ 5" per meter dari produsen = Rp. 34.500,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $706,2474 \times 1,1 = 776,8721$ Kg.

Harga kuda-kuda = $(776,8721 \times 1800) + (2,52 \times 34.500) = \text{Rp.}1.485.309,78$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp.}1.485.309,78 \times 1,1 = \text{Rp.}1.633.840,76$

2. JURAI 2 (J2)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 6 x 0,34 | 38,0016 |
| | | 19 x 1,64 | 234,9464 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 12 x 1,4142 | 250,4831 |
| | | 16 x 1,64 | 387,3024 |
| | | 1 x 4,56 | 67,3056 |
| TOTAL | | | 978,0391 |

Pada Kuda-kuda juga dipakai pipa baja $\Phi 5''$ sepanjang : 2,52 m

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Harga pipa baja $\Phi 5''$ per meter dari produsen = Rp. 34.500,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $978,0391 \times 1,1 = 1075,843$ Kg.

Harga kuda-kuda = $(1075,843 \times 1800) + (2,52 \times 34.500) = \text{Rp. } 2.023.457,40$

Ditambah PPN 10 % = $\text{Rp. } 2.023.457,40 \times 1,1 = \text{Rp. } 2.225.803,14$

3. JURAI 3 (J3)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 2 x 0,84 | 12,6672 |
| | | 10 x 1,31 | 98,774 |
| JL 70.70.7 | 7,38 x 2 | 10 x 1,31 | 193,356 |
| | | 6 x 1 | 88,56 |
| TOTAL | | | 393,3572 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $393,3572 \times 1,1 = 432,6929$ Kg.

Harga kuda-kuda = $432,6929 \times 1800 = \text{Rp. } 778.847,22$

Ditambah PPN 10 % = $\text{Rp. } 649.039,35 \times 1,1 = \text{Rp. } 856.731,94$

4. JURAI 4 (J4)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 2 x 0,84 | 12,6672 |
| | | 7 x 1,31 | 69,1418 |
| JL 70.70.7 | 7,38 x 2 | 8 x 1,31 | 154,6848 |
| | | 4 x 1 | 59,04 |
| | | TOTAL | 295,5338 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $295,5338 \times 1,1 = 325,0872$ Kg.

Harga kuda-kuda = $325,0872 \times 1800 = \text{Rp. } 585.156,96$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 585.156,96 \times 1,1 = \text{Rp. } 643.672,66$

PERHITUNGAN JUMLAH DAN HARGA KUDA-KUDA DAN JURAI YANG DIPAKAI PADA
KESELURUHAN BANGUNAN

BANGUNAN A :

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

BANGUNAN B :

- K2 = 9 BUAH
- K3 = 2 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J4 = 4 BUAH

BANGUNAN C:

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

Harga keseluruhan kuda-kuda dan jurai terpakai :

$$\begin{aligned} &= (18 \times K1) + (9 \times K2) + (2 \times K3) + (6 \times J1) + (12 \times J2) + (8 \times J3) + (4 \times J4) \\ &= (18 \times 4.708.272,82) + (9 \times 3.170.793,32) + (2 \times 2.432.795,51) + (6 \times 1.633.840,76) \\ &\quad + (12 \times 2.225.803,14) + (8 \times 856.731,94) + (4 \times 643.672,66) \\ &= \text{Rp. } 164.092.870,1 \end{aligned}$$

PERHITUNGAN HARGA JURAI USULAN

1. JURAI 1 (J1)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|------------------------|----------------|---------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 4 x 2 | 60,32 |
| | | 1 x 3,91 | 29,4814 |
| | | 1 x 5,42 | 40,8668 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 1 x 7,01 | 52,8554 |
| | | 4 x 2,61 | 113,1696 |
| | | 1 x 1,68 | 18,112 |
| | | 1 x 3,36 | 36,4224 |
| | | 1 x 5,04 | 54,6336 |
| | | 1 x 6,72 | 72,8448 |
| TOTAL | | | 478,706 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $478,706 \times 1,1 = 526,5766$ Kg.

Harga kuda-kuda = $526,5766 \times 1800 = \text{Rp. } 947.837,88$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 947.837,88 \times 1,1 = \text{Rp. } 1.042.621,67$

2. JURAI 2 (J2)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|------------------------|----------------|---------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 4 x 2 | 60,32 |
| | | 1 x 3,3 | 24,882 |
| | | 1 x 3,11 | 23,4494 |
| | | 1 x 4 | 30,16 |
| | | 1 x 5,07 | 38,2278 |

| | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 1 x 6,99 | 52,7046 |
| | | 1 x 7,47 | 56,3238 |
| | | 4 x 2,32 | 100,5952 |
| | | 1 x 3,86 | 41,8424 |
| | | 1 x 1,19 | 12,8996 |
| | | 1 x 2,38 | 25,7992 |
| | | 1 x 3,47 | 37,6148 |
| | | 1 x 4,66 | 50,5144 |
| | | 1 x 6,7 | 72,628 |
| TOTAL | | | 627,9612 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $627,9612 \times 1,1 = 690,7573$ Kg.

Harga kuda-kuda = $690,7573 \times 1800 = \text{Rp. } 1.130.330,16$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 1.130.330,16 \times 1,1 = \text{Rp. } 1.243.363,18$

3. JURAI 3 (J3)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|--------------------------|------------------|-----------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 2 x 1,5 | 22,62 |
| | | 1 x 2 | 15,08 |
| | | 1 x 2,36 | 17,7944 |
| | | 1 x 2,58 | 19,4532 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 2 x 1,96 | 42,4928 |
| | | 1 x 2,61 | 28,2924 |
| | | 1 x 1,26 | 13,6584 |
| | | 1 x 2,1 | 22,764 |
| | | 1 x 4,19 | 45,4196 |
| TOTAL | | | 227,5748 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $227,5748 \times 1,1 = 250,3323$ Kg.

Harga kuda-kuda = $250,3323 \times 1800 = \text{Rp. } 450.598,14$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 450.598,14 \times 1,1 = \text{Rp. } 495.657,95$

4. JURAI 4 (J4)

| PROFIL | BERAT PROFIL (KG/M) | PANJANG (M) | BERAT (KG) |
|------------|------------------------|----------------|---------------|
| JL 50.50.5 | 3,77 x 2 | 2 x 2 | 30,16 |
| | | 1 x 2,61 | 19,794 |
| JL 60.60.6 | 5,42 x 2 | 2 x 2,61 | 56,5848 |
| | | 1 x 1,68 | 18,2112 |
| | | 1 x 3,36 | 36,4224 |
| TOTAL | | | 161,0578 |

Harga Baja Per Kg dari produsen = Rp. 1800,-

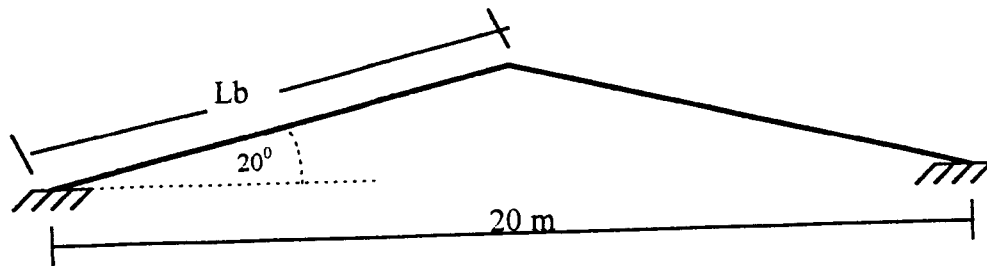
Berat baut, plat buhul dan plat kopel dihitung 10 % dari berat keseluruhan kuda-kuda.

Berat kuda-kuda keseluruhan = $161,0578 \times 1,1 = 177,1636$ Kg.

Harga kuda-kuda = $177,1636 \times 1800 = \text{Rp. } 318.894,48$

Ditambah PPh 10 % = $\text{Rp. } 318.894,48 \times 1,1 = \text{Rp. } 350.783,93$

PERENCANAAN KUDA-KUDA



$$Lb = 10 / \cos 20 = 10,6418 \text{ m}$$

Jarak antara gording maximum = 1,5 m

$$\text{Jumlah gording} = Lb/1,5 = 7,0945$$

dipakai 8 gording (setengah bentang)

jadi jarak gording = 1,33 m

jarak kuda-kuda = 4 m

I. Pembebanan kuda-kuda baja profil WF

a. Akibat beban atap genteng beton

$$Q1 = 10,6418 \times 60 = 638,508 \text{ kg/m'}$$

b. Akibat beban gording dengan profil C 80

$$Q2 = 8 \times 8,64 = 69,12 \text{ kg/m'}$$

c. Akibat berat sendiri kuda-kuda profil WF 18 x 40

$$Q3 = 59,58 \text{ kg / m'}$$

$$Q_{\text{tot}} = Q1+Q2+Q3 = 767,2080 \text{ kg/m'}$$

d. Akibat beban pekerja orang = 100 kg

$$M_{\max} = 1/24 \times (767,208 \times \cos 20^\circ) \times 10,6418^2 + 1/8 \times (100 \cos 20^\circ) \times 10,6418$$

$$= 3526,8716 \text{ kg-m}$$

$$F_b = 0,66 \cdot F_y = 0,66 \times 3600 = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_x \text{ perlu} = M_{\max} / F_b = (3526,8716 \times 10^2) / 2376 = 148,4374 \text{ cm}^3$$

$$= 9,0582 \text{ in}^3$$

coba W 18 x 40

$$S_x = 68,4 \text{ in}^3 = 1120,875 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 612 \text{ in}^4 = 25473,3632 \text{ cm}^4$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi}$$

$$b_f / (2 \cdot t_f) = 5,7 < 65 / \sqrt{F_y} = 10,83$$

kompak !

$$d / t_w = 56,8 < 640 / \sqrt{F_y} = 106,67$$

$$\text{tegangan lentur terjadi (fb)} = M_{\max} / S_x = 3526,876 \times 10^2 / 1120,875$$

$$= 314,6538 \text{ kg/cm}^2 < F_b = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi W 18 x 40 dapat dipakai untuk balok dengan berat 40 lb/ft atau

$$q = (40 \times 0,454) / (12 \times 2,54 / 100) = 59,5800 \text{ kg/m}$$

Besar Q total menjadi = 767,208 kg/m

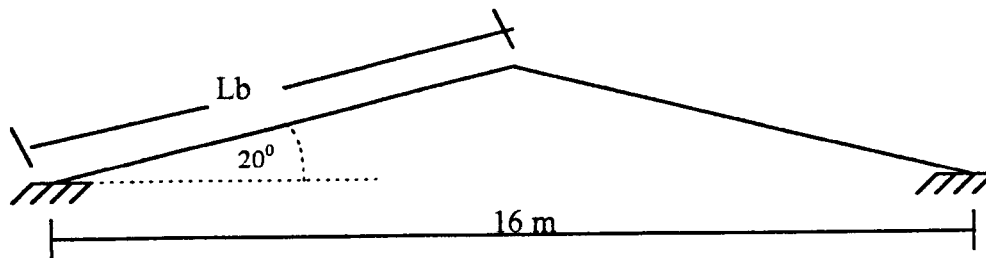
Kontrol lendutan

$$\Delta = \frac{5 \cdot Q \cdot L_b^4}{384 \cdot EI} + \frac{P \cdot L_b^3}{48 \cdot EI}$$

$$= \frac{5 \cdot 767,208 \cdot 10^{-2} \cdot (10,6418 \cdot 10^2)^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 612 \cdot 2,54^4} + \frac{100 \cdot (10,6418 \cdot 10^2)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 612 \cdot 2,54^4}$$

$$= 2,4419 \text{ cm} < L_b / 360 = 10,6418 \times 10^2 / 360 = 2,9560 \text{ cm okey !}$$

PERENCANAAN KUDA-KUDA



$$Lb = 8 / \cos 20 = 8,5134 \text{ m}$$

Jarak antara gording maximum = 1,5 m

$$\text{Jumlah gording} = Lb/1,5 = 5.6756$$

dipakai 6 gording (setengah bentang)

$$\text{jadi jarak gording} = 1,42 \text{ m}$$

$$\text{jarak kuda-kuda} = 4 \text{ m}$$

I. Pembebanan kuda-kuda baja profil WF

a. Akibat beban atap genteng beton

$$Q1 = 8,5134 \times 60 = 510,804 \text{ kg/m'}$$

b. Akibat beban gording dengan profil C 80

$$Q2 = 6 \times 8,64 = 51,84 \text{ kg/m'}$$

c. Akibat berat sendiri kuda-kuda profil WF 18 x 40

$$Q3 = 59,58 \text{ kg / m'}$$

$$Q \text{ tot} = Q1+Q2+Q3 = 622,224 \text{ kg/m'}$$

d. Akibat beban pekerja orang = 100 kg

$$M_{\max} = 1/24 \times (622,224 \times \cos 20^\circ) \times 8,5134^2 + 1/8 \times (100 \cos 20^\circ) \times 8,5134$$

$$= 1865,7424 \text{ kg-m}$$

$$F_b = 0,66 \cdot F_y = 0,66 \times 3600 = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_x \text{ perlu} = M_{\max} / F_b = (1865,7424 \times 10^2) / 2376 = 78,5245 \text{ cm}^3$$

$$= 4,7918 \text{ in}^3$$

coba W 14 x 26

$$S_x = 35,3 \text{ in}^3 = 578,4633 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 245 \text{ in}^4 = 10197,6699 \text{ cm}^4$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi}$$

$$b_f / (2 \cdot t_f) = 6,0 < 65 / \sqrt{F_y} = 10,83$$

kompak !

$$d / t_w = 54,5 < 640 / \sqrt{F_y} = 106,67$$

$$\text{tegangan lentur terjadi (fb)} = M_{\max} / S_x = 1865,7424 \times 10^2 / 578,4633$$

$$= 322,5343 \text{ kg/cm}^2 < F_b = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi W 14 x 26 dapat dipakai untuk balok dengan berat 26 lb/ft atau

$$q = (26 \times 0,454) / (12 \times 2,54 / 100) = 38,7270 \text{ kg/m}$$

Besar Q total menjadi = 601,3720 kg/m

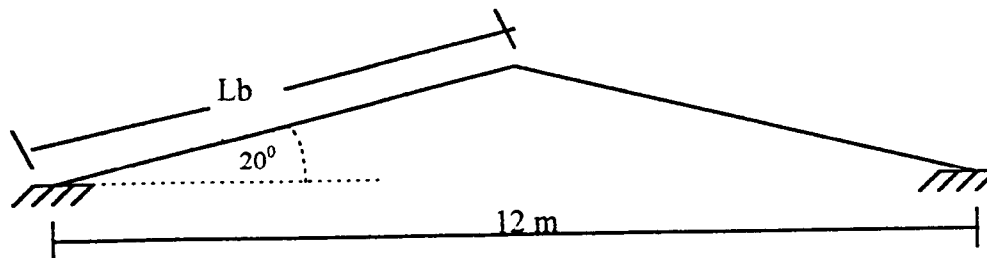
Kontrol lendutan

$$\Delta = \frac{5 \cdot Q \cdot L_b^4}{384 \cdot EI} + \frac{P \cdot L_b^3}{48 \cdot EI}$$

$$= \frac{5 \cdot 601,3720 \cdot 10^{-2} \cdot (8,5134 \cdot 10^2)^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 245 \cdot 2,54^4} + \frac{100 \cdot (8,5134 \cdot 10^2)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 245 \cdot 2,54^4}$$

$$= 1,9807 \text{ cm} < L_b / 360 = 8,5134 \times 10^2 / 360 = 2,3648 \text{ cm okey !}$$

PERENCANAAN KUDA-KUDA



$$Lb = 6 / \cos 20 = 6,3851 \text{ m}$$

Jarak antara gording maximum = 1,5 m

$$\text{Jumlah gording} = Lb/1,5 = 4,257$$

dipakai 5 gording (setengah bentang)

jadi jarak gording = 1,28 m

jarak kuda-kuda = 4 m

I. Pembebanan kuda-kuda baja profil WF

a. Akibat beban atap genteng beton

$$Q1 = 6,3851 \times 60 = 383,106 \text{ kg/m'}$$

b. Akibat beban gording dengan profil C 80

$$Q2 = 5 \times 8,64 = 43,2 \text{ kg/m'}$$

c. Akibat berat sendiri kuda-kuda profil WF 18 x 40

$$Q3 = 59,58 \text{ kg / m'}$$

$$Q_{\text{tot}} = Q1+Q2+Q3 = 485,886 \text{ kg/m'}$$

d. Akibat beban pekerja orang = 100 kg

$$M_{\max} = 1/24 \times (485,886 \times \cos 20^\circ) \times 6,3851^2 + 1/8 \times (100 \cos 20^\circ) \times 6,3851$$

$$= 850,6121 \text{ kg-m}$$

$$F_b = 0,66 \cdot F_y = 0,66 \times 3600 = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_x \text{ perlu} = M_{\max} / F_b = (850,6121 \times 10^2) / 2376 = 35,8 \text{ cm}^3$$

$$= 2,1846 \text{ in}^3$$

coba W 12 x 14

$$S_x = 14,9 \text{ in}^3 = 244,1672 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 88,6 \text{ in}^4 = 3687,8 \text{ cm}^4$$

$$F_y = 36 \text{ Ksi}$$

$$b_f / (2 \cdot t_f) = 8,8 < 65 / \sqrt{F_y} = 10,83$$

kompak !

$$d / t_w = 59,6 < 640 / \sqrt{F_y} = 106,67$$

$$\text{tegangan lentur terjadi (fb)} = M_{\max} / S_x = 850,6121 \cdot 10^2 / 244,1672$$

$$= 348,3725 \text{ kg/cm}^2 < F_b = 2376 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi W 12 x 14 dapat dipakai untuk balok dengan berat 14 lb/ft atau

$$q = (14 \times 0,454) / (12 \times 2,54 / 100) = 20,853 \text{ kg/m}$$

Besar Q total menjadi = 447,159 kg/m

Kontrol lendutan

$$\Delta = \frac{5 \cdot Q \cdot L_b^4}{384 \cdot EI} + \frac{P \cdot L_b^3}{48 \cdot EI}$$

$$= \frac{5 \cdot 447,159 \cdot 10^{-2} \cdot (6,3815 \cdot 10^2)^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 88,6 \cdot 2,54^4} + \frac{100 \cdot (6,3815 \cdot 10^2)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 88,6 \cdot 2,54^4}$$

$$= 1,3167 \text{ cm} < L_b / 360 = 6,3815 \times 10^2 / 360 = 1,7726 \text{ cm okey !}$$

PERHITUNGAN HARGA KUDA-KUDA PROFIL WF

| BENTANG | PROFIL | BERAT (KG) | BERAT TOTAL (KG) | HARGA PER - KG | TOTAL + PPn (Rp) |
|---------------|------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 20 Meter (K1) | WF 18 x 40 | 1268,077 | 1394,8846 | 2000 | 2.789.769,15 |
| 16 Meter (K2) | WF 14 x 26 | 659,448 | 725,3928 | 2000 | 1.450.785,52 |
| 12 Meter (K3) | WF 12 x 14 | 266,147 | 292,7615 | 2000 | 585.523,05 |

Besarnya penghematan dan ratio dari masing-masing bentang kuda-kuda:

1. Bentang 20 m (K1)

■ Ratio = C/W = 4.708.272,82 / 2.789.769,15 = 1,69

■ Prosentase penghematan

$$= \{ (4.708.272,82 - 2.789.769,15) / 4.708.272,82 \} \times 100 \% = 31 \%$$

2. Bentang 16 m (K2)

■ Ratio = C/W = 3.170.793,32 / 1.450.785,52 = 2,18

■ Prosentase penghematan

$$= \{ (3.170.793,32 - 1.450.785,52) / 3.170.793,32 \} \times 100 \% = 54 \%$$

3. Bentang 12 m (K1)

■ Ratio = C/W = 2.432.795,51 / 585.523,05 = 4,15

■ Prosentase penghematan

$$= \{ (2.432.795,51 - 585.523,05) / 2.432.795,51 \} \times 100 \% = 76 \%$$

PERHITUNGAN JUMLAH DAN HARGA KUDA-KUDA DAN JURAI YANG DIPAKAI PADA
KESELURUHAN BANGUNAN DENGAN PROFIL WF

BANGUNAN A :

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

BANGUNAN B :

- K2 = 9 BUAH
- K3 = 2 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J4 = 4 BUAH

BANGUNAN C:

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

Harga keseluruhan kuda-kuda dan jurai terpakai :

$$\begin{aligned} &= (18 \times K1) + (9 \times K2) + (2 \times K3) + (6 \times J1) + (12 \times J2) + (8 \times J3) + (4 \times J4) \\ &= (18 \times 2.789.769,15) + (9 \times 1.450.785,52) + (2 \times 585.523,05) + (6 \times 1.042.621,67) \\ &\quad + (12 \times 1.243.363,18) + (8 \times 495.657,95) + (4 \times 350.783,93) = \text{Rp.90.988.447,98} \end{aligned}$$

PEMBEBANAN KUDA-KUDA

I. Pembebanan kuda-kuda rangka baja dengan bentang = 20 m

a. Akibat beban atap genteng beton (P1)

$$P1 = \frac{2}{\cos 40^\circ} \times 4 \times 60 = 626,5955 \text{ kg}$$

b. Akibat beban gording (P2) dengan profil C 80

$$P2 = 2 \times 4 \times 8,64 = 69,12 \text{ kg}$$

Pada tiap-tiap titik buhul terdapat 2 gording

c. Akibat beban eternit + penggantung (P3)

$$P3 = (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 18 = 187,9786 \text{ kg}$$

d. Akibat berat sendiri kuda-kuda (P4)

rencana profil 2 \perp 70.70.70

$$Q = (2 \times 7,38 \times 138,4 \times 1,1) / 20 = 112,0609 \text{ kg / m'----> diambil} = 115 \text{ kg / m'}$$

$$P4 = 2 \times 115 = 230 \text{ kg}$$

e. Akibat beban pekerja orang (P5) = 100 kg

$$\text{Beban tetap P tetap} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 1213,6941 \text{ kg}$$

f. Beban Angin

$$\text{Koefisien angin tekan } c = (0,02 \times 30) - 0,4 = 0,2$$

$$\text{Koefisien angin hisap } c = - 0,4$$

$$\text{Beban angin diambil} = 45 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Angin tekan max} = 0,2 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = 83,1384 \text{ kg}$$

$$\text{Angin hisap max} = - 0,4 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = - 166,2769 \text{ kg}$$

Dari keduanya yang mempengaruhi penambahan beban adalah beban angin tekan, sedangkan beban angin hisap mengurangi.

$$\text{Pengaruh beban angin} = 83,1384 < 25 \% \times 1213,6941 = 267,4115 \text{ kg}$$

Jadi beban angin dapat diabaikan.

$$P_{\text{max}} = 1,1 \times (1213,6941) = 1335,0635 \text{ kg}$$

$$\text{dipakai} = 1340 \text{ kg}$$

II. Perencanaan dimensi rangka kuda-kuda baja

A. Perencanaan dimensi batang atas

$$\text{Dimensi dibuat sama} = 28 \text{ S/D } 37$$

$$\text{Panjang batang} = 261 \text{ cm}$$

$$\text{Gaya desak maksimum} = 8947,6 \text{ kg}$$

Dipakai profil 60.60.6

$$A = 6,91 \text{ cm}^2$$

$$e = 1,69$$

$$I_x = I_y = 22,8 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,82 \text{ cm}$$

Dipakai tebal plat buhul 10 mm

- Perhitungan batang desak

$$I_{xt} = 2 \cdot I_x = 45,6 \text{ cm}^4$$

$$I_{yt} = (2 \cdot I_y) + 2 \cdot A (0,5 + e)$$

$$= (2 \cdot 22,8) + 2 \cdot 6,91 \cdot (0,5 + 1,69) = 75,8658 \text{ cm}^4$$

$$i_x = 1,82 \text{ cm}$$

| Element | Section (cm) | Axial - F (kg) | Shear (kg) | Moment (kg - cm) |
|---------|--------------|----------------|-------------|------------------|
| 1 | 0.00 | 6.8493E+03 | 6.5271E+02 | -3.2000E+02 |
| 1 | 200.00 | 6.8493E+03 | 1.1712E+01 | 2.0223E+03 |
| 2 | 0.00 | 6.1065E+03 | -1.1705E+01 | 1.9832E+03 |
| 2 | 200.00 | 6.1065E+03 | -1.1705E+01 | -3.5769E+02 |
| 3 | 0.00 | 5.3416E+03 | -5.1107E+00 | 9.2200E+02 |
| 3 | 200.00 | 5.3416E+03 | -5.1107E+00 | -1.0015E+02 |
| 4 | 0.00 | 4.5781E+03 | -8.2147E+00 | 1.2179E+03 |
| 4 | 200.00 | 4.5781E+03 | -8.2147E+00 | -4.2507E+02 |
| 5 | 0.00 | 3.8197E+03 | -1.0429E+01 | 7.8294E+02 |
| 5 | 200.00 | 3.8197E+03 | -1.0429E+01 | -1.3028E+03 |
| 6 | 0.00 | 3.8197E+03 | 1.0429E+01 | -1.3028E+03 |
| 6 | 200.00 | 3.8197E+03 | 1.0429E+01 | 7.8294E+02 |
| 7 | 0.00 | 4.5781E+03 | 8.2147E+00 | -4.2507E+02 |
| 7 | 200.00 | 4.5781E+03 | 8.2147E+00 | 1.2179E+03 |
| 8 | 0.00 | 5.3416E+03 | 5.1107E+00 | -1.0015E+02 |
| 8 | 200.00 | 5.3416E+03 | 5.1107E+00 | 9.2200E+02 |
| 9 | 0.00 | 6.1065E+03 | 1.1705E+01 | -3.5769E+02 |
| 9 | 200.00 | 6.1065E+03 | 1.1705E+01 | 1.9832E+03 |
| 10 | 0.00 | 6.8493E+03 | -1.1712E+01 | 2.0223E+03 |
| 10 | 200.00 | 6.8493E+03 | -6.5271E+02 | -3.2000E+02 |
| 11 | 0.00 | -1.2605E+03 | 7.2252E+00 | -5.2604E+02 |
| 11 | 168.00 | -1.2605E+03 | 7.2252E+00 | 6.8778E+02 |
| 12 | 0.00 | -1.9008E+03 | 6.4834E+00 | -1.0538E+03 |
| 12 | 336.00 | -1.9008E+03 | 6.4834E+00 | 1.1246E+03 |
| 13 | 0.00 | -2.5511E+03 | 3.2469E+00 | -8.2524E+02 |
| 13 | 504.00 | -2.5511E+03 | 3.2469E+00 | 8.1121E+02 |
| 14 | 0.00 | -3.1729E+03 | 2.9962E+00 | -9.6303E+02 |
| 14 | 672.00 | -3.1729E+03 | 2.9962E+00 | 1.0504E+03 |
| 15 | 0.00 | 2.0855E+01 | 8.5360E-16 | -3.2556E-13 |
| 15 | 840.00 | 2.0855E+01 | 8.5360E-16 | 3.9146E-13 |
| 16 | 0.00 | -3.1729E+03 | -2.9962E+00 | 9.6303E+02 |
| 16 | 672.00 | -3.1729E+03 | -2.9962E+00 | -1.0504E+03 |
| 17 | 0.00 | -2.5511E+03 | -3.2469E+00 | 8.2524E+02 |
| 17 | 504.00 | -2.5511E+03 | -3.2469E+00 | -8.1121E+02 |
| 18 | 0.00 | -1.9008E+03 | -6.4834E+00 | 1.0538E+03 |
| 18 | 336.00 | -1.9008E+03 | -6.4834E+00 | -1.1246E+03 |
| 19 | 0.00 | -1.2605E+03 | -7.2252E+00 | 5.2605E+02 |
| 19 | 168.00 | -1.2605E+03 | -7.2252E+00 | -6.8778E+02 |
| 20 | 0.00 | 1.4393E+03 | -6.0834E-01 | 5.6511E+02 |
| 20 | 391.02 | 1.4393E+03 | -6.0834E-01 | 3.2724E+02 |
| 21 | 0.00 | 2.0526E+03 | 1.3683E+00 | -2.2592E+02 |
| 21 | 542.23 | 2.0526E+03 | 1.3683E+00 | 5.1602E+02 |
| 22 | 0.00 | 2.6590E+03 | 1.8477E+00 | -4.9277E+02 |
| 22 | 701.13 | 2.6590E+03 | 1.8477E+00 | 8.0269E+02 |
| 23 | 0.00 | 3.2595E+03 | 4.2800E-01 | -2.4498E+02 |
| 23 | 863.48 | 3.2595E+03 | 4.2800E-01 | 1.2458E+02 |
| 24 | 0.00 | 3.2595E+03 | -4.2800E-01 | 2.4498E+02 |
| 24 | 863.48 | 3.2595E+03 | -4.2800E-01 | -1.2458E+02 |

| | | | | |
|----|--------|-------------|-------------|-------------|
| 25 | 0.00 | 2.6590E+03 | -1.8477E+00 | 4.9277E+02 |
| 25 | 701.13 | 2.6590E+03 | -1.8477E+00 | -8.0269E+02 |
| 26 | 0.00 | 2.0526E+03 | -1.3683E+00 | 2.2592E+02 |
| 26 | 542.23 | 2.0526E+03 | -1.3683E+00 | -5.1602E+02 |
| 27 | 0.00 | 1.4393E+03 | 6.0834E-01 | -5.6511E+02 |
| 27 | 391.02 | 1.4393E+03 | 6.0834E-01 | -3.2724E+02 |
| 28 | 0.00 | -8.9476E+03 | 2.9383E+00 | 3.2000E+02 |
| 28 | 261.20 | -8.9476E+03 | 2.9383E+00 | 1.0875E+03 |
| 29 | 0.00 | -8.9283E+03 | -8.8771E+00 | 1.7753E+03 |
| 29 | 261.20 | -8.9283E+03 | -8.8771E+00 | -5.4342E+02 |
| 30 | 0.00 | -7.9623E+03 | -4.9996E+00 | 9.0846E+02 |
| 30 | 261.20 | -7.9623E+03 | -4.9996E+00 | -3.9742E+02 |
| 31 | 0.00 | -6.9686E+03 | -3.8308E+00 | 9.2981E+02 |
| 31 | 261.20 | -6.9686E+03 | -3.8308E+00 | -7.0795E+01 |
| 32 | 0.00 | -5.9616E+03 | -1.6032E+01 | 1.7823E+03 |
| 32 | 261.20 | -5.9616E+03 | -1.6032E+01 | -2.4052E+03 |
| 33 | 0.00 | -5.9616E+03 | 1.6032E+01 | -2.4052E+03 |
| 33 | 261.20 | -5.9616E+03 | 1.6032E+01 | 1.7823E+03 |
| 34 | 0.00 | -6.9686E+03 | 3.8308E+00 | -7.0795E+01 |
| 34 | 261.20 | -6.9686E+03 | 3.8308E+00 | 9.2981E+02 |
| 35 | 0.00 | -7.9623E+03 | 4.9996E+00 | -3.9742E+02 |
| 35 | 261.20 | -7.9623E+03 | 4.9996E+00 | 9.0846E+02 |
| 36 | 0.00 | -8.9283E+03 | 8.8771E+00 | -5.4342E+02 |
| 36 | 261.20 | -8.9283E+03 | 8.8771E+00 | 1.7753E+03 |
| 37 | 0.00 | -8.9476E+03 | -2.9383E+00 | 1.0875E+03 |
| 37 | 261.20 | -8.9476E+03 | -2.9383E+00 | 3.2000E+02 |

| COMBINED DISPLACEMENT | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|
| NODE | 1 - DISP (cm) | 2 - DISP (cm) | 3 - DISP (Rad) |
| 1 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | -4.9671E-03 |
| 2 | 6.9396E-02 | -8.8992E-01 | -3.0552E-03 |
| 3 | 1.3126E-01 | -1.2308E+00 | -1.2296E-03 |
| 4 | 1.8538E-01 | -1.3461E+00 | -3.0657E-04 |
| 5 | 2.3177E-01 | -1.2569E+00 | 5.8381E-04 |
| 6 | 2.7047E-01 | -1.1204E+00 | 4.0827E-19 |
| 7 | 3.0917E-01 | -1.2569E+00 | -5.8381E-04 |
| 8 | 3.5555E-01 | -1.3461E+00 | 3.0657E-04 |
| 9 | 4.0967E-01 | -1.2308E+00 | 1.2296E-03 |
| 10 | 4.7154E-01 | -8.8992E-01 | 3.0552E-03 |
| 11 | 5.4094E-01 | 0.0000E+00 | 4.9671E-03 |
| 12 | 6.0192E-01 | -9.0065E-01 | -2.9027E-03 |
| 13 | 7.5211E-01 | -1.2631E+00 | -1.0959E-03 |
| 14 | 7.3895E-01 | -1.4113E+00 | -3.4629E-04 |
| 15 | 5.7960E-01 | -1.3649E+00 | 9.1365E-04 |
| 16 | 2.7047E-01 | -1.1195E+00 | 7.1913E-19 |
| 17 | -3.8657E-02 | -1.3649E+00 | -9.1365E-04 |
| 18 | -1.9801E-01 | -1.4113E+00 | 3.4629E-04 |
| 19 | -2.1117E-01 | -1.2631E+00 | 1.0959E-03 |
| 20 | -6.0983E-02 | -9.0065E-01 | 2.9027E-03 |

$$i_y = (I_{yt} / A)^{0,5} = (75,8658 / 6,91)^{0,5} = 3,31 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = L_x / i_x = 261 / 1,82 = 143,4006$$

$$\lambda_y = L_y / i_y = 261 / 3,31 = 78,8541$$

$$\text{Jarak kopel } L_1 < 60 \cdot i_{\min} = 60 \cdot \sqrt{(45,6 / 13,82)} = 108,9882 \text{ cm}$$

diambil jarak kopel = 100 cm

$$\lambda_1 = L_1 / i_{\min} = 100 / 1,82 = 54,94$$

$$\lambda_{\text{ideal}} = (\lambda_y^2 + (m/2) \times \lambda_1^2)^{0,5} \text{ -----} \rightarrow m = 2$$

$$\lambda_{\text{ideal}} = (78,8516^2 + (2/2) \cdot 54,94^2)^{0,5} = 96,1040$$

$$\lambda_g = \pi (E / (0,7 \cdot \sigma_1))^{0,5} = \pi (2,1 \cdot 10^6 / (0,7 \cdot 2400))^{0,5} = 111,072$$

$$\lambda_s = (\lambda_{\text{ideal}} / \lambda_g) = 0,8652 \quad 0,183 < \lambda_s < 1 \text{ maka}$$

$$\omega = 1,41 / (1,593 - \lambda_s) = 2,0198$$

$$\sigma = \omega \cdot (P/A) = 2,0198 \cdot (8947,6 / (2 \cdot 6,91)) = 1307,6870 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

okey!

TABEL PERENCANAAN BATANG DESAK

| No | Batang | dipakai profil | P max (kg) | $I_{yt} = 2I_y + 2A(0,5t+e)$ (cm ⁴) | $i_y = \sqrt{I_y/A}$ (cm) | $\lambda_y = L_k / i_y$ | $\lambda_{\text{ideal}} = \sqrt{(\lambda_y^2 + m) / 2 \lambda_1^2}$ | ω | $\sigma = \omega P/A$ (kg/cm ²) | σ_{ds} (kg/cm ²) |
|----|-----------|----------------|------------|---|---------------------------|-------------------------|---|----------|---|-------------------------------------|
| 1 | 28 S/D 37 | └┐ 60.60.6 | 8947,6 | 75,8658 | 3,31 | 78,85 | 96,104 | 2,02 | 1307,69 | 1600 |
| 2 | 11 S/D 14 | └┐ 60.60.6 | 3172,9 | 75,8658 | 3,31 | 139,57 | 142,76 | 3,90 | 883,31 | 1600 |
| 3 | 16 S/D 19 | └┐ 60.60.6 | 3172,9 | 75,8658 | 3,31 | 139,57 | 142,76 | 3,90 | 883,31 | 1600 |

TABEL PERENCANAAN BATANG TARIK

| No | Batang | dipakai profil | A netto (cm ²) | P max (kg) | $\sigma = P/A_n$ (kg/cm ²) | σ ijin (kg/cm ²) |
|----|-----------|----------------|----------------------------|------------|--|-------------------------------------|
| 1 | 1 /SD 10 | └┐ 50.50.5 | 9,6 | 6849,3 | 713,4688 | 1200 |
| 2 | 20 S/D 27 | └┐ 50.50.5 | 9,6 | 3259,5 | 339,5313 | 1200 |
| 3 | 15 | └┐ 50.50.5 | 9,6 | 2,0855 | 0,2173 | 1200 |

MENGHITUNG BERAT KUDA-KUDA

| Batang | Profil | Berat (kg / m) | Panjang (m) | Berat (kg) |
|----------|---------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 S/D 10 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 2 x 10 | 96 |
| 11 = 19 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 1,68 x 2 | 36,4224 |
| 12 = 18 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 3,36 x 2 | 72,8448 |
| 13 = 17 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 5,04 x 2 | 109,2672 |
| 14 = 16 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 6,72 x 2 | 145,6896 |
| 15 | 50.50.5 | 4,8 x 4 | 8,4 x 1 | 161,28 |
| 20 = 27 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 3,91 x 2 | 75,072 |
| 21 = 26 | 50.50.5 | 4,8 x 4 | 5,42 x 2 | 104,064 |
| 22 = 25 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 7,01 x 2 | 134,592 |
| 23 = 24 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 8,63 x 2 | 165,696 |
| 28 S/D37 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 2,61 x 10 | 282,921 |
| | | | TOTAL | 1303,212 |

Berat pelat buhul, kopel dan baut dianggap 10 % .

Jadi berat bentangan kuda-kuda = $1,1 \times 1303,212 = 1433,5332$ kg

Jadi berat kuda-kuda tiap m' = $1433,5332 / 20 = 71$ kg/m' < 115 kg/m

Harga tiap 1 kg baja menurut harga dari produsen baja = Rp 1.800,-

Jadi harga satu bentang kuda-kuda = $1433,5332 \times \text{Rp. } 1.800 = \text{Rp.}2.580.359,8$

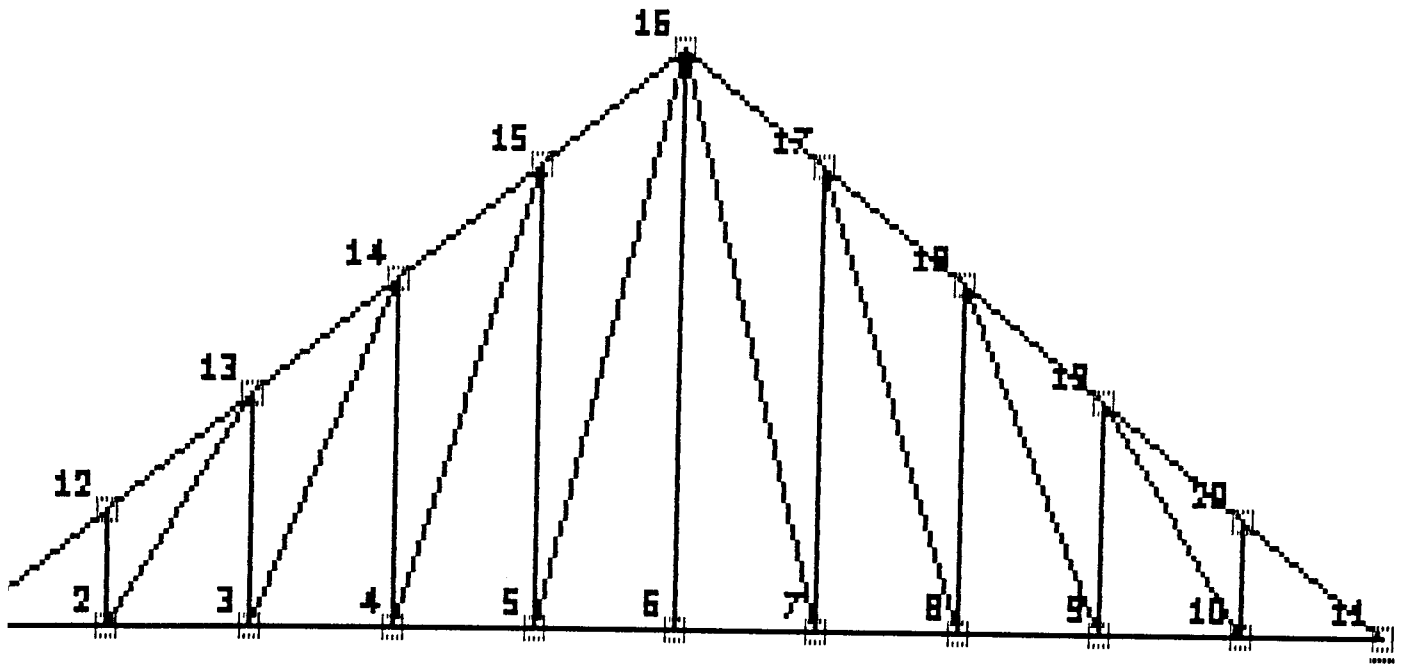
bila ditambah PPN 10 % = $1,1 \times \text{Rp.}2.580.359,8 = \text{Rp.}2.838.395,78$

Harga kuda-kuda asli = Rp. 4.708.272,82

Ratio = C/W = $4.708.272,82 / 2.838.395,78 = 1,66$

Prosentase penghematan

= $\{ (4.708.272,82 - 2.838.395,78) / 4.708.272,82 \} \times 100\% = 38 \%$



GEOMETRY ($\underline{1} = 1.08E+02$)

PEMBEBANAN KUDA-KUDA

I. Pembebanan kuda-kuda rangka baja dengan bentang – 16 m

a. Akibat beban atap genteng beton (P1)

$$P1 = \frac{2}{\cos 40^\circ} \times 4 \times 60 = 626,5955 \text{ kg}$$

b. Akibat beban gording (P2) dengan profil C 80

$$P2 = 2 \times 4 \times 8,64 = 69,12 \text{ kg}$$

Pada tiap-tiap titik buhul terdapat 2 gording

c. Akibat beban eternit + penggantung (P3)

$$P3 = (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 18 = 187,9786 \text{ kg}$$

d. Akibat berat sendiri kuda-kuda (P4)

rencana profil 2 \llcorner .70.70.7

$$Q = (2 \times 7,38 \times 96,44 \times 1,1) / 16 = 97,8625 \text{ kg / m} \text{ ---> diambil} = 98 \text{ kg / m}$$

$$P4 = 2 \times 98 = 196 \text{ kg}$$

e. Akibat beban pekerja orang (P5) = 100 kg

$$\text{Beban tetap } P_{\text{tetap}} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 1179,6941 \text{ kg}$$

f. Beban Angin

$$\text{Koefisien angin tekan } c = (0,02 \times 30) - 0,4 = 0,2$$

$$\text{Koefisien angin hisap } c = -0,4$$

$$\text{Beban angin diambil} = 45 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Angin tekan max} = 0,2 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = 83,1384 \text{ kg}$$

$$\text{Angin hisap max} = -0,4 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = -166,2769 \text{ kg}$$

| Element | Section (cm) | Axial - F (kg) | Shear (kg) | Moment (kg - cm) |
|---------|--------------|----------------|-------------|------------------|
| 1 | 0.00 | 5.4017E+03 | 6.5938E+02 | -2.4511E+02 |
| 1 | 200.00 | 5.4017E+03 | 9.3785E+00 | 1.6306E+03 |
| 2 | 0.00 | 4.6446E+03 | -1.0191E+01 | 1.7027E+03 |
| 2 | 200.00 | 4.6446E+03 | -1.0191E+01 | -3.3553E+02 |
| 3 | 0.00 | 3.8684E+03 | -5.6654E+00 | 9.1610E+02 |
| 3 | 200.00 | 3.8684E+03 | -5.6654E+00 | -2.1698E+02 |
| 4 | 0.00 | 3.0992E+03 | -8.6858E+00 | 7.5962E+02 |
| 4 | 200.00 | 3.0992E+03 | -8.6858E+00 | -9.7753E+02 |
| 5 | 0.00 | 3.0992E+03 | 8.6858E+00 | -9.7753E+02 |
| 5 | 200.00 | 3.0992E+03 | 8.6858E+00 | 7.5962E+02 |
| 6 | 0.00 | 3.8684E+03 | 5.6654E+00 | -2.1698E+02 |
| 6 | 200.00 | 3.8684E+03 | 5.6654E+00 | 9.1610E+02 |
| 7 | 0.00 | 4.6446E+03 | 1.0191E+01 | -3.3553E+02 |
| 7 | 200.00 | 4.6446E+03 | 1.0191E+01 | 1.7027E+03 |
| 8 | 0.00 | 5.4017E+03 | -9.3785E+00 | 1.6306E+03 |
| 8 | 200.00 | 5.4017E+03 | -6.5938E+02 | -2.4511E+02 |
| 9 | 0.00 | -1.2808E+03 | 6.9380E+00 | -5.2845E+02 |
| 9 | 168.00 | -1.2808E+03 | 6.9380E+00 | 6.3714E+02 |
| 10 | 0.00 | -1.9325E+03 | 5.6875E+00 | -9.4429E+02 |
| 10 | 336.00 | -1.9325E+03 | 5.6875E+00 | 9.6673E+02 |
| 11 | 0.00 | -2.5749E+03 | 3.4894E+00 | -8.4750E+02 |
| 11 | 504.00 | -2.5749E+03 | 3.4894E+00 | 9.1116E+02 |
| 12 | 0.00 | 1.7369E+01 | 8.9310E-16 | -2.8580E-13 |
| 12 | 672.00 | 1.7369E+01 | 8.9310E-16 | 3.1436E-13 |
| 13 | 0.00 | -2.5749E+03 | -3.4894E+00 | 8.4750E+02 |
| 13 | 504.00 | -2.5749E+03 | -3.4894E+00 | -9.1116E+02 |
| 14 | 0.00 | -1.9325E+03 | -5.6875E+00 | 9.4429E+02 |
| 14 | 336.00 | -1.9325E+03 | -5.6875E+00 | -9.6673E+02 |
| 15 | 0.00 | -1.2808E+03 | -6.9380E+00 | 5.2845E+02 |
| 15 | 168.00 | -1.2808E+03 | -6.9380E+00 | -6.3714E+02 |
| 16 | 0.00 | -7.0566E+03 | 2.4524E+00 | 2.4511E+02 |
| 16 | 261.20 | -7.0566E+03 | 2.4524E+00 | 8.8567E+02 |
| 17 | 0.00 | 1.4674E+03 | -4.9615E-01 | 4.5630E+02 |
| 17 | 391.02 | 1.4674E+03 | -4.9615E-01 | 2.6229E+02 |
| 18 | 0.00 | 2.0847E+03 | 1.7183E+00 | -3.0734E+02 |
| 18 | 542.23 | 2.0847E+03 | 1.7183E+00 | 6.2438E+02 |
| 19 | 0.00 | 2.6834E+03 | 2.7959E-01 | -1.2910E+02 |
| 19 | 701.13 | 2.6834E+03 | 2.7959E-01 | 6.6936E+01 |
| 20 | 0.00 | 2.6834E+03 | -2.7959E-01 | 1.2910E+02 |
| 20 | 701.13 | 2.6834E+03 | -2.7959E-01 | -6.6936E+01 |
| 21 | 0.00 | 2.0847E+03 | -1.7183E+00 | 3.0734E+02 |
| 21 | 542.23 | 2.0847E+03 | -1.7183E+00 | -6.2438E+02 |
| 22 | 0.00 | 1.4674E+03 | 4.9615E-01 | -4.5630E+02 |
| 22 | 391.02 | 1.4674E+03 | 4.9615E-01 | -2.6229E+02 |
| 23 | 0.00 | -7.0566E+03 | -2.4524E+00 | -2.4511E+02 |
| 23 | 261.20 | -7.0566E+03 | -2.4524E+00 | 8.8567E+02 |
| 24 | 0.00 | -7.0389E+03 | -7.8094E+00 | 1.5228E+03 |
| 24 | 261.20 | -7.0389E+03 | -7.8094E+00 | -5.1698E+02 |
| 25 | 0.00 | -6.0558E+03 | -3.0429E+00 | 7.1204E+02 |
| 25 | 261.20 | -6.0558E+03 | -3.0429E+00 | -8.2759E+01 |

| | | | | |
|----|--------|-------------|-------------|-------------|
| 26 | 0.00 | -5.0372E+03 | -1.2233E+01 | 1.4528E-03 |
| 26 | 261.20 | -5.0372E+03 | -1.2233E+01 | -1.7425E-03 |
| 27 | 0.00 | -5.0373E+03 | 1.2233E+01 | -1.7425E-03 |
| 27 | 261.20 | -5.0373E+03 | 1.2233E+01 | 1.4528E-03 |
| 28 | 0.00 | -6.0558E+03 | 3.0429E+00 | -8.2759E+01 |
| 28 | 261.20 | -6.0558E+03 | 3.0429E+00 | 7.1204E+02 |
| 29 | 0.00 | -7.0389E+03 | 7.8094E+00 | -5.1698E+02 |
| 29 | 261.20 | -7.0389E+03 | 7.8094E+00 | 1.5228E+03 |

| COMBINED DISPLACEMENT | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|
| NODE | 1 - DISP (cm) | 2 - DISP (cm) | 3 - DISP (Rad) |
| 1 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | -3.6320E-03 |
| 2 | 5.4728E-02 | -6.4101E-01 | -2.0759E-03 |
| 3 | 1.0179E-01 | -8.2634E-01 | -5.4044E-04 |
| 4 | 1.4098E-01 | -8.1350E-01 | 2.4473E-04 |
| 5 | 1.7238E-01 | -7.2399E-01 | 3.2357E-19 |
| 6 | 2.0378E-01 | -8.1350E-01 | -2.4473E-04 |
| 7 | 2.4297E-01 | -8.2634E-01 | 5.4044E-04 |
| 8 | 2.9003E-01 | -6.4101E-01 | 2.0759E-03 |
| 9 | 3.4476E-01 | 0.0000E+00 | 3.6320E-03 |
| 10 | 4.2566E-01 | -6.5191E-01 | -1.9734E-03 |
| 11 | 4.7818E-01 | -8.5924E-01 | -4.9810E-04 |
| 12 | 3.9033E-01 | -8.7924E-01 | 4.2489E-04 |
| 13 | 1.7238E-01 | -7.2340E-01 | 4.3135E-19 |
| 14 | -4.5572E-02 | -8.7924E-01 | -4.2489E-04 |
| 15 | -1.3342E-01 | -8.5924E-01 | 4.9810E-04 |
| 16 | -8.0902E-02 | -6.5191E-01 | 1.9734E-03 |

Dari keduanya yang mempengaruhi penambahan beban adalah beban angin tekan, sedangkan beban angin hisap mengurangi.

$$\text{Pengaruh beban angin} = 83,1384 < 25 \% \times 1179,0941 = 258,4115 \text{ kg}$$

Jadi beban angin dapat diabaikan.

$$P_{\max} = 1,1 \times (1179,6941) = 1297,6635 \text{ kg}$$

$$\text{dipakai} = 1300 \text{ kg}$$

II. Perencanaan dimensi rangka kuda-kuda baja

A. Perencanaan dimensi batang atas

Dimensi dibuat sama 22 S/D 29

Panjang batang = 261 cm

Gaya desak maksimum = 7056,6 kg

Dipakai profil 2. JL 60.60.6

TABEL PERENCANAAN BATANG DESAK

| No | Batang | dipakai profil | P max (kg) | $I_{yt} = \frac{2I_y + 2A_i(0,5t+e)}{(\text{cm}^4)}$ | $i_y = \sqrt{I_y/A}$ (cm) | $\lambda_y = L_k / i_y$ | $\lambda_{ideal} = \sqrt{(\lambda_y^2 + \pi^2 EI / 2 A l^2)}$ | ω | $\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²) | σ_{ds} (kg/cm ²) |
|----|-----------|---------------------|------------|--|---------------------------|-------------------------|---|----------|--|-------------------------------------|
| 1 | 22 S/D 29 | JL 60.60.6 | 7056,6 | 75,8658 | 3,31 | 78,85 | 96,104 | 2,02 | 1031,33 | 1600 |
| 2 | 9 S/D 11 | JL 60.60.6 | 2574,9 | 75,8658 | 3,31 | 104,53 | 108,76 | 2,30 | 383,6 | 1600 |
| 3 | 13 S/D 15 | JL 60.60.6 | 2574,9 | 75,8658 | 3,31 | 104,53 | 108,76 | 2,30 | 383,6 | 1600 |

TABEL PERENCANAAN BATANG TARIK

| No | Batang | dipakai profil | A netto (cm ²) | P max (kg) | $\sigma = P/A_n$ (kg / cm ²) | σ ijin (kg / cm ²) |
|----|-----------|---------------------|----------------------------|------------|--|---------------------------------------|
| 1 | 1 /SD 8 | JL 50.50.5 | 9,6 | 5401,7 | 562,68 | 1200 |
| 2 | 16 S/D 21 | JL 50.50.5 | 9,6 | 2683,4 | 279,52 | 1200 |
| 3 | 12 | JL 50.50.5 | 9,6 | 1,7369 | 0,1809 | 1200 |

MENGHITUNG BERAT KUDA-KUDA

| Batang | Profil | Berat (kg / m) | Panjang (m) | Berat (kg) |
|----------|---------|---------------------|------------------|------------------|
| 1 S/D 8 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 2 x 8 | 153,6 |
| 9 = 15 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 1,68 x 2 | 36,4224 |
| 10 = 14 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 3,36 x 2 | 72,8448 |
| 11 = 13 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 5,04 x 2 | 109,2672 |
| 12 | 50.50.5 | 4,8 x 4 | 6,72 x 1 | 145,6896 |
| 16 = 21 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 3,91 x 2 | 75,072 |
| 17 = 20 | 50.50.5 | 4,8 x 4 | 5,42 x 2 | 104,064 |
| 18 = 19 | 50.50.5 | 4,8 x 2 | 7,01 x 2 | 134,592 |
| 22 S/D29 | 60.60.6 | 5,42 x 2 | 2,61 x 10 | 226,3392 |
| | | | TOTAL | 1057,8912 |

Berat pelat buhul, kopel dan baut dianggap 10 % .

Jadi berat bentangan kuda-kuda = $1,1 \times 1057,8912 = 1163,6803 \text{ kg}$

Jadi berat kuda-kuda tiap m' = $1163,6803 / 16 = 63 \text{ kg/m}' < 98 \text{ kg/m}$

Harga tiap 1 kg baja menurut harga dari produsen baja = Rp 1.800,-

Jadi harga satu bentang kuda-kuda = $1163,6803 \times \text{Rp. } 1.800 = \text{Rp.}2.094.462,54$

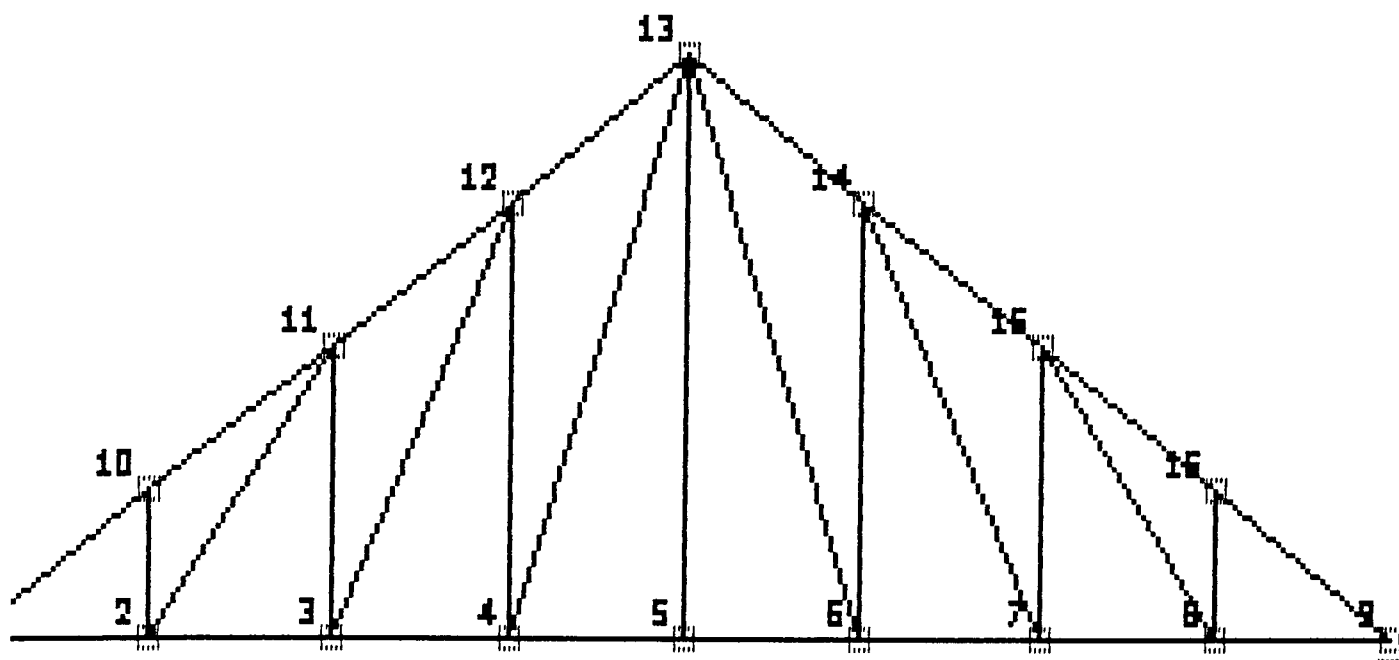
bila ditambah PPN 10 % = $1,1 \times \text{Rp.}2.094.462,54 = \text{Rp.}2.304.086,99$

Harga kuda-kuda asli = Rp. 3.170.793,32

Ratio = $C/W = 3.170.793,32 / 2.304.086,99 = 1,38$

Prosentase penghematan

= $\{ (3.170.793,32 - 2.304.086,99) / 3.170.793,32 \} \times 100\% = 27 \%$.



GEOMETRY (1 = 8.67E+01)

PEMBEBANAN KUDA-KUDA

I. Pembebanan kuda-kuda rangka baja dengan bentang = 12 m

a. Akibat beban atap genteng beton (P1)

$$P1 = \frac{2}{\cos 40^\circ} \times 4 \times 60 = 626,5955 \text{ kg}$$

b. Akibat beban gording (P2) dengan profil C 80

$$P2 = 2 \times 4 \times 8,64 = 69,12 \text{ kg}$$

Pada tiap-tiap titik buhul terdapat 2 gording

c. Akibat beban eternit + penggantung (P3)

$$P3 = (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 18 = 187,9786 \text{ kg}$$

d. Akibat berat sendiri kuda-kuda (P4)

rencana profil 2 \llcorner .60.60.6

$$Q = (2 \times 5,42 \times 61,4 \times 1,1) / 12 = 61,01 \text{ kg / m' } \text{----> diambil} = 62 \text{ kg / m'}$$

$$P4 = 2 \times 62 = 124 \text{ kg}$$

e. Akibat beban pekerja orang (P5) = 100 kg

$$\text{Beban tetap } P = P1 + P2 + P3 + P4 + P5 = 1107,6941 \text{ kg}$$

f. Beban Angin

$$\text{Koefisien angin tekan } c = (0,02 \times 30) - 0,4 = 0,2$$

$$\text{Koefisien angin hisap } c = - 0,4$$

$$\text{Beban angin diambil} = 45 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Angin tekan max} = 0,2 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = 83,1384 \text{ kg}$$

$$\text{Angin hisap max} = - 0,4 \times (2 / \cos 40^\circ) \times 4 \times 45 = - 166,2769 \text{ kg}$$

Dari keduanya yang mempengaruhi penambahan beban adalah beban angin tekan, sedangkan beban angin hisap mengurangi.

$$\text{Pengaruh beban angin} = 83,1384 < 25 \% \times 1107,6941 = 267,4115 \text{ kg}$$

Jadi beban angin dapat diabaikan.

$$P_{\max} = 1,1 \times (1107,6941) = 1218,46 \text{ kg}$$

$$\text{dipakai} = 1220 \text{ kg}$$

II. Perencanaan dimensi rangka kuda-kuda baja

A. Perencanaan dimensi batang atas

Dimensi dibuat sama = 28 S/D 37

Panjang batang = 261 cm

Gaya desak maksimum = 4733,2 kg

Dipakai profil 2 \llcorner 50.50.5

$$A = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$e = 1,40$$

$$I_x = I_y = 11 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,51 \text{ cm}$$

$$i_m = 0,98$$

Dipakai tebal plat buhul 10 mm

- Perhitungan batang desak

$$I_{xt} = 2 \cdot I_x = 22 \text{ cm}^4$$

$$I_{yt} = (2 \cdot I_y) + 2 \cdot A (0,5 + e)$$

$$= (2 \cdot 11) + 2 \cdot 4,80 \cdot (0,5 + 1,40) = 40,24 \text{ cm}^4$$

| Element | Section (cm) | Axial - F (kg) | Shear (kg) | Moments (kg - cm) |
|---------|--------------|----------------|-------------|-------------------|
| 1 | 0.00 | 3.6234E+03 | 6.1472E-02 | -1.1720E-02 |
| 1 | 200.00 | 3.6234E+03 | 4.7179E+00 | 8.2637E-02 |
| 2 | 0.00 | 2.9053E+03 | -5.9528E+00 | 9.7100E-02 |
| 2 | 200.00 | 2.9053E+03 | -5.9528E+00 | -2.1955E-02 |
| 3 | 0.00 | 2.1810E+03 | -4.3718E+00 | 4.2420E-02 |
| 3 | 200.00 | 2.1810E+03 | -4.3718E+00 | -4.5016E-02 |
| 4 | 0.00 | 2.1810E+03 | 4.3718E+00 | -4.5016E-02 |
| 4 | 200.00 | 2.1810E+03 | 4.3718E+00 | 4.2420E-02 |
| 5 | 0.00 | 2.9053E+03 | 5.9528E+00 | -2.1955E-02 |
| 5 | 200.00 | 2.9053E+03 | 5.9528E+00 | 9.7100E-02 |
| 6 | 0.00 | 3.6234E+03 | -4.7179E+00 | 8.2637E-02 |
| 6 | 200.00 | 3.6234E+03 | -6.1472E-02 | -1.1720E-02 |
| 7 | 0.00 | -1.2099E+03 | 4.1367E+00 | -3.3397E-02 |
| 7 | 168.00 | -1.2099E+03 | 4.1367E+00 | 3.6099E-02 |
| 8 | 0.00 | -1.8140E+03 | 3.8170E+00 | -6.6122E-02 |
| 8 | 336.00 | -1.8140E+03 | 3.8170E+00 | 6.6122E-02 |
| 9 | 0.00 | 8.7432E+00 | -2.9744E-16 | 7.7008E-14 |
| 9 | 504.00 | 8.7432E+00 | -2.9744E-16 | -7.2904E-14 |
| 10 | 0.00 | -1.8140E+03 | -3.8170E+00 | 6.6122E-02 |
| 10 | 336.00 | -1.8140E+03 | -3.8170E+00 | -6.6122E-02 |
| 11 | 0.00 | -1.2099E+03 | -4.1366E+00 | 3.3397E-02 |
| 11 | 168.00 | -1.2099E+03 | -4.1366E+00 | -3.6099E-02 |
| 12 | 0.00 | 1.3957E+03 | 1.0224E-01 | 1.6934E-02 |
| 12 | 391.02 | 1.3957E+03 | 1.0224E-01 | 2.2932E-02 |
| 13 | 0.00 | 1.9533E+03 | 6.5149E-02 | -2.2451E-01 |
| 13 | 542.23 | 1.9533E+03 | 6.5149E-02 | 1.2675E-01 |
| 14 | 0.00 | 1.9533E+03 | -6.5149E-02 | 2.2451E-01 |
| 14 | 542.23 | 1.9533E+03 | -6.5149E-02 | -1.2675E-01 |
| 15 | 0.00 | 1.3957E+03 | -1.0224E-01 | -1.6934E-02 |
| 15 | 391.02 | 1.3957E+03 | -1.0224E-01 | -2.2932E-02 |
| 16 | 0.00 | -4.7332E+03 | 1.2481E+00 | 1.1720E+02 |
| 16 | 261.20 | -4.7332E+03 | 1.2481E+00 | 4.4319E+02 |
| 17 | 0.00 | -4.7235E+03 | -3.8247E+00 | 8.0418E+02 |
| 17 | 261.20 | -4.7235E+03 | -3.8247E+00 | -1.9481E+02 |
| 18 | 0.00 | -3.7846E+03 | -5.5999E+00 | 6.9572E+02 |
| 18 | 261.20 | -3.7846E+03 | -5.5999E+00 | -7.6695E+02 |
| 19 | 0.00 | -3.7846E+03 | 5.5999E+00 | -7.6695E+02 |
| 19 | 261.20 | -3.7846E+03 | 5.5999E+00 | 6.9572E+02 |
| 20 | 0.00 | -4.7235E+03 | 3.8247E+00 | -1.9481E+02 |
| 20 | 261.20 | -4.7235E+03 | 3.8247E+00 | 8.0418E+02 |
| 21 | 0.00 | -4.7332E+03 | -1.2481E+00 | 4.4319E+02 |
| 21 | 261.20 | -4.7332E+03 | -1.2481E+00 | 1.1720E+02 |

| COMBINED DISPLACEMENT | | | |
|-----------------------|------------------|------------------|-------------------|
| NODE | 1 - DISP (cm) | 2 - DISP (cm) | 3 - DISP (Rad) |
| 1 | 0.0000E+00 | 0.0000E+00 | -2.9964E-03 |
| 2 | 4.9940E-02 | -5.1685E-01 | -1.5152E-03 |
| 3 | 8.9983E-02 | -5.8007E-01 | 5.4226E-05 |
| 4 | 1.2004E-01 | -5.1377E-01 | -1.4230E-19 |
| 5 | 1.5010E-01 | -5.8007E-01 | -5.4226E-05 |
| 6 | 1.9014E-01 | -5.1685E-01 | 1.5152E-03 |
| 7 | 2.4008E-01 | 0.0000E+00 | 2.9964E-03 |
| 8 | 3.3466E-01 | -5.3086E-01 | -1.4676E-03 |
| 9 | 3.0023E-01 | -6.2207E-01 | 1.9429E-04 |
| 10 | 1.2004E-01 | -5.1347E-01 | -1.2070E-19 |
| 11 | -6.0150E-02 | -6.2207E-01 | -1.9429E-04 |
| 12 | -9.4571E-02 | -5.3086E-01 | 1.4676E-03 |

$$i_x = 1,51 \text{ cm}$$

$$i_y = (I_{yt} / A)^{0,5} = (40,24 / 4,80)^{0,5} = 2,8954 \text{ cm}$$

$$\lambda_x = L_x / i_x = 261 / 1,51 = 172,8477$$

$$\lambda_y = L_y / i_y = 261 / 2,8954 = 90,143$$

$$\text{Jarak kopel } L_1 < 50 \cdot i_{\min} = 60 \cdot 0,98 = 49 \text{ cm}$$

$$\text{diambil jarak kopel} = 45 \text{ cm}$$

$$\lambda_1 = L_1 / i_{\min} = 45 / 0,98 = 45,9184$$

$$\lambda_{\text{ideal}} = (\lambda_y^2 + (m/2) \times \lambda_1^2)^{0,5} \longrightarrow m = 2$$

$$\lambda_{\text{ideal}} = (90,143^2 + (2/2) \cdot 45,9184^2)^{0,5} = 101,1645$$

$$\lambda_g = \pi (E / (0,7 \cdot \sigma_1))^{0,5} = \pi (2,1 \cdot 10^6 / (0,7 \cdot 2400))^{0,5} = 111,072$$

$$\lambda_s = (\lambda_{\text{ideal}} / \lambda_g) = 0,9108 \quad 0,183 < \lambda_s < 1 \text{ maka}$$

$$\omega = 1,41 / (1,593 - \lambda_s) = 2,0668$$

$$\sigma = \omega \cdot (P/A) = 2,0668 \cdot (4733,6 / (2 \cdot 4,80)) = 1019,0395 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

okey!

TABEL PERENCANAAN BATANG DESAK

| No | Batang | dipakai profil | P max (kg) | $I_{yt} = 2I_y + 2A_i(0,5t+e)$ (cm ⁴) | $i_y = \sqrt{I_y/A}$ (cm) | $\lambda_y = L_k / i_y$ | $\lambda_{\text{ideal}} = \sqrt{(\lambda_y^2 + m \cdot \lambda_1^2) / 2}$ | ω | $\sigma = m P/A$ (kg/cm ²) | σ_{ds} (kg/cm ²) |
|----|-----------|----------------|------------|---|---------------------------|-------------------------|---|----------|--|-------------------------------------|
| 1 | 16 S/D 21 | ┌┐ 50.50.5 | 4733,2 | 40,24 | 2,8954 | 90,143 | 101,164 | 2,07 | 1019,03 | 1600 |
| 2 | 7 S/D 8 | ┌┐ 50.50.5 | 1814 | 40,24 | 2,8954 | 116,04 | 124,8 | 3,00 | 568 | 1600 |
| 3 | 10 S/D 11 | ┌┐ 50.50.5 | 1814 | 40,24 | 2,8954 | 116,04 | 124,8 | 3,00 | 568 | 1600 |

TABEL PERENCANAAN BATANG TARIK

| No | Batang | dipakai profil | A netto (cm ²) | P max (kg) | $\sigma = P/A_n$ (kg/cm ²) | σ ijin (kg/cm ²) |
|----|-----------|----------------|----------------------------|------------|--|-------------------------------------|
| 1 | 1 /SD 6 | ┌┐ 40.40.4 | 3,08 | 3623,4 | 588,2143 | 1200 |
| 2 | 9 | ┌┐ 40.40.4 | 3,08 | 8,7432 | 1,4194 | 1200 |
| 3 | 12 S/D 15 | ┌┐ 40.40.4 | 3,08 | 1953,3 | 317,0455 | 1200 |

MENGHITUNG BERAT KUDA-KUDA

| Batang | Profil | Berat (kg / m) | Panjang (m) | Berat (kg) |
|-----------|---------|---------------------|------------------|-----------------|
| 1 S/D 6 | 40.40.4 | 2,42 x 2 | 2 x 6 | 58,0800 |
| 7 = 11 | 50.50.5 | 3,77 x 2 | 1,68 x 2 | 25,3344 |
| 8 = 10 | 50.50.5 | 3,77 x 2 | 3,36 x 2 | 50,6688 |
| 9 | 40.40.4 | 2,42 x 4 | 5,04 x 1 | 48,7872 |
| 12 = 15 | 40.40.4 | 2,42 x 2 | 3,91 x 2 | 37,8488 |
| 13 = 14 | 40.40.4 | 2,42 x 2 | 5,40 x 2 | 52,2720 |
| 16 S/D 21 | 50.50.5 | 3,77 x 2 | 2,61 x 6 | 118,0764 |
| | | | TOTAL | 391,0676 |

Berat pelat buhul, kopel dan baut dianggap 10 % .

Jadi berat bentangan kuda-kuda = $1,1 \times 391,0676 = 430,1745$ kg

Jadi berat kuda-kuda tiap m' = $430,1745/12 = 35,85$ kg/m' < 62 kg/m'

Harga tiap 1 kg baja menurut harga dari produsen baja = Rp 1.800,-

Jadi harga satu bentang kuda-kuda = $430,1745 \times \text{Rp. } 1.800 = \text{Rp. } 774.314,1$

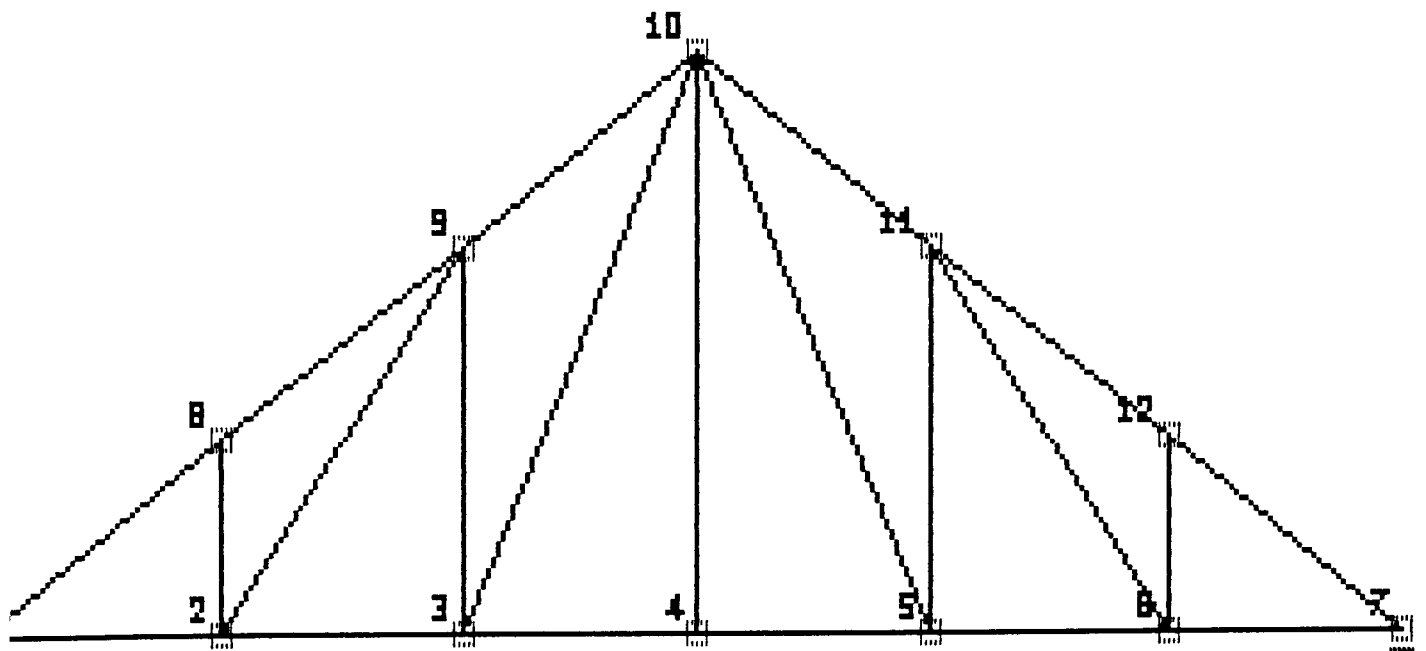
bila ditambah PPN 10 % = $1,1 \times \text{Rp. } 774.314,1 = \text{Rp. } 851.745,51$

Harga kuda-kuda asli = Rp. 2.432.795,51

Ratio = $C/W = 2.432.795,51 / 851.745,51 = 2,4$

Prosentase penghematan

= $\{ (2.432.795,51 - 851.745,51) / 2.432.795,51 \} \times 100\% = 65 \%$.



GEOMETRY ($L_1 = 6.50E+01$)

PERHITUNGAN HARGA KUDA-KUDA RANGKA BAJA SIKU GANDA

| BENTANG | HARGA (Rp) |
|---------------|---------------|
| 20 Meter (K1) | 2.838.395,78 |
| 16 Meter (K2) | 2.304.086,99 |
| 12 Meter (K3) | 851.745,51 |

PERHITUNGAN JUMLAH DAN HARGA KUDA-KUDA DAN JURAI YANG DIPAKAI PADA KESELURUHAN BANGUNAN DENGAN RANGKA BAJA SIKU GANDA

BANGUNAN A :

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

BANGUNAN B :

- K2 = 9 BUAH
- K3 = 2 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J4 = 4 BUAH

BANGUNAN C:

- K1 = 9 BUAH
- J1 = 2 BUAH
- J2 = 4 BUAH
- J3 = 4 BUAH

Harga keseluruhan kuda-kuda dan jurai terpakai :

$$\begin{aligned}
 &= (18 \times K1) + (9 \times K2) + (2 \times K3) + (6 \times J1) + (12 \times J2) + (8 \times J3) + (4 \times J4) \\
 &= (18 \times 2.838.395,78) + (9 \times 2.304.086,99) + (2 \times 851.745,51) + (6 \times 1.042.621,67) \\
 &\quad + (12 \times 1.243.363,18) + (8 \times 495.657,95) + (4 \times 350.783,51) = \text{Rp.100.075.885,50}
 \end{aligned}$$

STRUKTUR BANG. BAGIAN ATAS
2 FINISHING ATAP

(lanjutan)

Hal. 9

Penutup atap termasuk accessories seperti dijelaskan :

| | | | | |
|---|----------|----------------|-----------|--------------------------|
| Genteng beton untuk atap Utama | 2,694.00 | M ² | 9,830.00 | 78 743? 26,482,020.00 |
| Kaso 5/7 dan reng 3/4 untuk atap Genteng Utama | 2,694.00 | M ² | 17,725.20 | 47,751,688.80 |
| Genteng beton untuk atap Overstek | 1,981.00 | M ² | 9,830.00 | 19,473,230.00 |
| Kaso 5/7 dan reng 3/4, kuda-kuda exposed, plywood 6mm + cat untuk atap Overstek | 1,981.00 | M ² | 29,135.00 | 57,716,435.00 |
| Listplank * Kayu Jati dicat 3/25 | 1,078.00 | M ¹ | 31,924.00 | 34,414,072.00 |
| Flashing * talang beton dr seng plat dicat anti karat, lebar 60 cm | 336.00 | M ¹ | 8,200.00 | 2,755,200.00 |
| * pada overstek, adukan beton ukuran 10/15 | 1,395.00 | M ¹ | 5,500.00 | 7,672,500.00 |
| Bubungan genteng beton + adukan | 84.00 | M ¹ | 11,817.20 | 992,644.80 |
| Jurai genteng beton + adukan | 236.00 | M ¹ | 11,817.20 | 3,379,719.20 |
| Talang jurai, pelat seng dicat anti karat termasuk dudukan | 32.00 | M ¹ | 23,324.00 | 746,368.00 |
| Lubang angin dari jalusi kayu jati dicat (sopi-sopi) | 102.00 | M ² | 82,500.00 | 8,415,000.00 |
| Waterproofing sheet + adukan pelindung pd talang beton | 480.00 | M ² | 15,400.00 | 7,392,000.00 |
| Waterproofing sheet + adukan pelindung pd dak atap beton | 418.00 | M ² | 15,400.00 | 6,899,200.00 |

PEKERJAAN TANGGA
1 STRUKTUR TANGGA

Konstruksi beton bertulang mutu F'c 275, termasuk pemasangan bekisting semi exposed & pembesian seperti dijelaskan :

| | | | | |
|--------------|-------|----------------|------------|---------------|
| Tangga beton | 34.00 | M ³ | 592,249.63 | 20,136,487.42 |
|--------------|-------|----------------|------------|---------------|

2 FINISHING TANGGA

| | | | | |
|---|------|------|--------------|--------------|
| Tutup manhole tangga pd atap dak uk. 225 x 195 cm terdiri dari atap Polycarbonat Rongga tebal 8 mm, rangkanya sesuai gambar lengkap | 2.00 | Unit | 1,100,000.00 | 2,200,000.00 |
|---|------|------|--------------|--------------|

Tangga baja dari pipa dia. 2 1/2" dan dia. 2" termasuk alat bantu, seperti dijelaskan :

| | | | | |
|-----------------------------|------|------|------------|--------------|
| Tangga baja (Lebar 80 Cm) | 2.00 | Unit | 550,000.00 | 1,100,000.00 |
|-----------------------------|------|------|------------|--------------|

Sub Total
dikumpulkan

247,526,565.22

DAFTAR RINCIAN HARGA SATUAN PEKERJAAN

PROYEK : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| NO. | URAIAN PEKERJAAN | HARGA SATUAN (Rp.) | KETERANGAN |
|-----|---|-----------------------|------------|
| 1 | PASANG BOWPLANK / M | 2.417.80 | |
| 2 | GALIAN TANAH / MP | 4.000.00 | |
| 3 | URUGAN KEMBALI / MP | 2.000.00 | |
| 4 | URUGAN PASIR / MP | 15.200.00 | |
| 5 | PASANGAN BATU KALI 1:4 / MP | 57.477.20 | |
| 6 | PASANGAN BATU KALI 1:3 / MP | 64.283.80 | |
| 7 | PASANGAN BATU BATA 1:2 / MP | 16.437.42 | |
| 8 | PASANGAN BATU BATA 1:4 / MP | 15.118.64 | |
| 9 | PLESTERAN 1:2 / M ² | 4.912.92 | |
| 10 | PLESTERAN 1:4 / M ² | 4.302.24 | |
| 11 | SLABAN 1:2 / MP | 4.089.26 | |
| 12 | BETON B ₀ / MP | 89.825.00 | |
| 13 | BETON READY MIX K-275 / MP | 132.400.00 | |
| 14 | BETON K-275 / MP | 125.010.00 | |
| 15 | BEKISTING / MP | 15.650.75 | |
| 16 | PERANCAH (SEWA) / M3 BETON | 60.000.00 | |
| 17 | PEMBESIAN U-24 / KG | 1.241.00 | |
| 18 | PEMBESIAN U-39 / KG | 1.209.50 | |
| 19 | PEMBESIAN RATA-RATA / KG | 1.214.23 | |
| 20 | BETON PONDASI LAJUR / MP | 333.737.90 | |
| 21 | BETON TIE BEAM 35x70 / MP | 530.328.92 | |
| 22 | BETON KOLOM PEDESTAL / MP | 508.062.00 | |
| 23 | BETON DINDING / MP | 509.007.75 | |
| 24 | BETON PLAT LANTAI T = 20 CM / M3 | 370.932.11 | |
| 25 | BETON PLAT LANTAI T = 15 CM / M3 | 430.494.98 | |
| 26 | BETON PIT LIFT / M3 | 557.719.25 | |
| 27 | BETON KOLOM K1-K10 / MP | 580.915.80 | |
| 28 | BETON KOLOM K11 / MP | 518.990.07 | |
| 29 | BETON KOLOM K12 / MP | 547.998.87 | |
| 30 | BETON KOLOM K13 / MP | 577.004.63 | |
| 31 | BETON KOLOM K14-K15 / MP | 660.786.50 | |
| 32 | BETON KOLOM K16 / M ³ | 586.175.44 | |
| 33 | BETON BALOK INLUK / MP | 486.141.65 | |
| 34 | BETON BALOK ANAK B1-B3; GT / MP | 461.454.34 | |
| 35 | BETON BALOK ANAK GK / M ³ | 463.882.80 | |
| 36 | BETON PRAKTIS & SIRIP / MP | 616.671.50 | |
| 37 | BETON LINTEL JENDELA / MP | 617.617.25 | |
| 38 | BETON DIBAWAH RAILING VOID / MP | 509.007.75 | |
| 39 | BETON LISTPLANK / MP | 635.159.50 | |
| 40 | BETON KONSOL / MP | 692.356.48 | |
| 41 | BETON PLAT LANTAI T = 12 CM / MP | 505.061.76 | |
| 42 | BETON PLAT LANTAI T = 10 CM / MP | 561.397.75 | |
| 43 | BETON PLAT DAK / MP | 481.258.57 | |
| 44 | BETON BALOK DAK / MP | 514.820.46 | |
| 45 | BETON RING BALOK / MP | 522.227.01 | |
| 46 | BETON TALANG / M ² | 133.488.25 | |
| 47 | BETON TANGGA / M ² | 592.249.63 | |
| 48 | LANTAI KERAMIK 20x20 CM / MP | 22.259.47 | |
| 49 | LANTAI KERAMIK 40x40 CM / MP | 25.325.47 | |
| 50 | LANTAI KERAMIK 40x40 CM HD / MP | 31.100.47 | |
| 51 | LANTAI UBIN ABU-ABU 20x20 CM / MP | 12.825.64 | |
| 52 | KERAMIK ANTI SLIP 10x20 CM / M ² | 10.105.26 | |
| 53 | DINDING KERAMIK 20x20 CM / M ² | 23.609.90 | |
| 54 | PLAFOND MULTIPLEX 6 MM / M ² | 23.791.75 | |
| 55 | ATAP GENTENG BETON / M ² | 9.830.00 | |
| 56 | NOK GENTENG BETON / M ² | 11.817.20 | |
| 57 | USUK + RENG KAMPER / MP | 17.725.20 | |
| 58 | USUK + RENG KAMPER EXPOSE MULTIPLEX 6MM / MP | 29.135.00 | |
| 59 | PAPAN LISTPLANK JATI 3/25 CM | 31.924.00 | |
| 60 | TALANG SENG / M ² | 23.324.00 | |
| 61 | RETAINING WALL H = 200 CM / M ² | 100.238.65 | |
| 62 | KAYU 3/7 CM DIATAS GORDING / MP | 1.182.750.00 | |
| 63 | KONSOL KAYU KAMPER / MP | 1.306.550.00 | |
| 64 | GORDING KAYU KAMPER / MP | 1.228.030.00 | |
| 65 | GLASS BLOCK / MP | 89.150.00 | |
| 66 | PAVING BLOCK T = 8 CM / MP | 21.166.00 | |

Semarang, 20 Agustus 1996

PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
(PERSERO) CABANG V

Ir. Suezeng Sunardi
Kepala Cabang

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH

LOKASI : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| NO | U. R. A. I. A. N | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp.) | KETERANGAN |
|----|------------------|----------|-----------------------|------------|
| 1 | Tukang | orang/hr | 9,000.00 | |
| 2 | Kepala Tukang | orang/hr | 10,000.00 | |
| 3 | Pekerja | orang/hr | 6,000.00 | |
| 4 | Mandor | orang/hr | 10,000.00 | |

Semarang, 20 Agustus 1996

PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
(PERSERO) CABANG V

Ir. Sugeng Sunardi
Kepala Cabang

DAFTAR HARGA SATUAN OPERASI ALAT

LOKASI : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| NO | NAMA ALAT | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | KETERANGAN |
|----|-------------------|----------|----------------------|------------|
| 1 | Theodolite | unit/hr | 25,000.00 | |
| 2 | Water pass | unit/hr | 20,000.00 | |
| 3 | Concrete mixer | unit/hr | 60,000.00 | |
| 4 | Concrete vibrator | unit/hr | 50,000.00 | |
| 5 | Tamping rammer | unit/hr | 50,000.00 | |
| 6 | Back hoe | unit/jam | 75,000.00 | |
| 7 | Dump truck | unit/hr | 150,000.00 | |
| 8 | Pick up | unit/hr | 80,000.00 | |
| 9 | Universal lift | unit/hr | 100,000.00 | |
| 10 | Water pump 63" | unit/hr | 60,000.00 | |

Semarang, 20 Agustus 1996

PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
 (PERSERO) CABANG V

Ir. Sugeno Sunardi
 Kepala Cabang

DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN

LOKASI : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 PROJEK : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| U R A I A N | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp.) | KETERANGAN |
|---------------------------------|----------------|-----------------------|------------|
| Pasir pasang | m ³ | 11,000.00 | |
| Pasir Beton | m ³ | 11,000.00 | |
| Sirtu | m ³ | 9,350.00 | |
| Batu belah | m ³ | 11,000.00 | |
| Batu koral | m ³ | 16,500.00 | |
| Split 2/3 | m ³ | 30,250.00 | |
| Portland Cement (50 kg) | zak | 9,220.00 | |
| PC warna | zak | 22,000.00 | |
| Batu bata | bh | 70.00 | |
| Papan kayu jati | m ² | 3,080,000.00 | |
| Balok kayu kamper | m ³ | 852,500.00 | |
| Papan kayu kamper | m ² | 880,000.00 | |
| Rang kamper 3/4 | m ³ | 825,000.00 | |
| Balok kayu meranti | m ³ | 330,000.00 | |
| Multipleks 6 mm (4"x8") | lbr | 16,220.00 | |
| Multipleks 12 mm (4"x8") | lbr | 36,850.00 | |
| Multipleks 18 mm (4"x8") | lbr | 47,850.00 | |
| Keramik 20/20 | m ² | 13,580.00 | Roman |
| Keramik 40/40 | m ² | 16,500.00 | Roman |
| Keramik 40/40 Heavy duty | m ² | 22,000.00 | Roman |
| Step nosing keramik 10x20 | bh | 1,650.00 | |
| Jbin abu-abu 20/20 cm | m ² | 6,320.00 | |
| Genteng beton Mutiara warna | bh | 870.00 | |
| Jok Genteng beton Mutiara warna | bh | 830.00 | |
| Waterproofing membrane | m ² | 15,400.00 | |
| Plat seng BJLS 30 lebar 90 cm | m' | 7,150.00 | |
| Besi beton U24 | kg | 960.00 | |
| Besi beton U39 | kg | 930.00 | |
| Sindrat | kg | 1,650.00 | |
| Batu Triplek | kg | 2,750.00 | |
| Batu campur | kg | 1,760.00 | |
| Tinyak bekisting | litr | 2,750.00 | |
| Block glass 20/20 cm | bh | 3,300.00 | |
| Block paving t = 8 cm | bh | 12,100.00 | |
| Beton ready mix K-275 | m ³ | 119,900.00 | |

Semarang, 20 Agustus 1996

PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
 (PERSERO) CABANG V

Ir. Sugeng Sunardi
 Kepala Cabang

DAFTAR ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN

LOKASI : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 PEKERJAAN : PEMBANGUNAN GEDUNG LABORATORIUM FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

| URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | HARGA (Rp) |
|---|---------|----------------|----------------------|---------------|
| PASANG BOWPLANK / M' | | | | |
| Kayu meranti | 0.0050 | m ³ | 330.000.00 | 1.650.00 |
| Paku gipsum | 0.0100 | kg | 1.760.00 | 17.60 |
| Upah | 1.0000 | m' | 750.00 | 750.00 |
| Total | | | | 2.417.60 |
| GALIAN TANAH / M³ | | | | |
| Upah | 1.0000 | m ³ | 4.000.00 | 4.000.00 |
| Total | | | | 4.000.00 |
| URUGAN KEMBALI / M³ | | | | |
| Upah | 1.0000 | m ³ | 2.000.00 | 2.000.00 |
| Total | | | | 2.000.00 |
| URUGAN PASIR / M³ | | | | |
| Pasir | 1.2000 | m ³ | 11.000.00 | 13.200.00 |
| Upah | 1.0000 | m ³ | 2.000.00 | 2.000.00 |
| Total | | | | 15.200.00 |
| PASANGAN BATU KALI 1:4 / M³ | | | | |
| Batu kali | 1.2000 | m ³ | 11.000.00 | 13.200.00 |
| PC | 3.2600 | zak | 9.220.00 | 30.057.20 |
| Pasir pasang | 0.5200 | m ³ | 11.000.00 | 5.720.00 |
| Upah | 1.0000 | m ³ | 8.500.00 | 8.500.00 |
| Total | | | | 57.477.20 |
| PASANGAN BATU KALI 1:3 / M³ | | | | |
| Batu kali | 1.2000 | m ³ | 11.000.00 | 13.200.00 |
| PC | 4.0400 | zak | 9.220.00 | 37.248.80 |
| Pasir pasang | 0.4850 | m ³ | 11.000.00 | 5.335.00 |
| Upah | 1.0000 | m ³ | 8.500.00 | 8.500.00 |
| Total | | | | 64.283.80 |
| PASANGAN BATU BATA 1:2 / M² | | | | |
| Batu bata | 70.0000 | bh | 70.00 | 4.900.00 |
| PC | 0.3790 | zak | 9.220.00 | 3.494.33 |
| Pasir pasang | 0.0380 | m ³ | 11.000.00 | 418.00 |
| Beton praktis | 0.0075 | m ³ | 616.871.50 | 4.625.04 |
| Upah | 1.0000 | m ² | 3.000.00 | 3.000.00 |
| Total | | | | 16.437.42 |
| PASANGAN BATU BATA 1:4 / M² | | | | |
| Batu bata | 70.0000 | bh | 70.00 | 4.900.00 |
| PC | 0.2300 | zak | 9.220.00 | 2.120.60 |
| Pasir pasang | 0.0430 | m ³ | 11.000.00 | 473.00 |
| Beton praktis | 0.0075 | m ³ | 616.571.50 | 4.625.04 |
| Upah | 1.0000 | m ² | 3.000.00 | 3.000.00 |
| Total | | | | 15.118.64 |

| NO | URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | HARGA (Rp) |
|-------|---|--------|----------------|----------------------|---------------|
| 9 | <u>PLESTERAN 1:2 / M²</u> | | | | |
| | PC | 0.1860 | zak | 9,220.00 | 1,714.92 |
| | Pasir pasang | 0.0180 | m ³ | 11,000.00 | 198.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 3,000.00 | 3,000.00 |
| Total | | | | | 4,912.92 |
| 10 | <u>PLESTERAN 1:4 / M²</u> | | | | |
| | PC | 0.1138 | zak | 9,220.00 | 1,049.24 |
| | Pasir pasang | 0.0230 | m ³ | 11,000.00 | 253.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 3,000.00 | 3,000.00 |
| Total | | | | | 4,302.24 |
| 11 | <u>SIARAN 1:2 / M²</u> | | | | |
| | PC | 0.1080 | zak | 9,220.00 | 995.76 |
| | Pasir pasang | 0.0085 | m ³ | 11,000.00 | 93.50 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 3,000.00 | 3,000.00 |
| Total | | | | | 4,089.26 |
| 12 | <u>BETON Bo / M³</u> | | | | |
| | PC | 5.0000 | zak | 9,220.00 | 46,100.00 |
| | Pasir beton | 0.5400 | m ³ | 11,500.00 | 6,210.00 |
| | Koral beton | 0.9100 | m ³ | 16,500.00 | 15,015.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ³ | 22,500.00 | 22,500.00 |
| Total | | | | | 89,825.00 |
| 13 | <u>BETON READYMIX K-275 / M³</u> | | | | |
| | Beton readymix K-275 | 1.0000 | m ³ | 119,900.00 | 119,900.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ³ | 12,500.00 | 12,500.00 |
| Total | | | | | 132,400.00 |
| 14 | <u>BETON K-275 / M³</u> | | | | |
| | PC | 8.0000 | zak | 9,220.00 | 73,760.00 |
| | Pasir beton | 0.5200 | m ³ | 11,000.00 | 5,720.00 |
| | Split 2/3 | 0.8200 | m ³ | 16,500.00 | 13,530.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ³ | 35,000.00 | 35,000.00 |
| Total | | | | | 128,010.00 |
| 15 | <u>BEKISTING / M²</u> | | | | |
| | Multiplek 18 mm | 0.1750 | lbr | 36,850.00 | 6,448.75 |
| | Kayu Bekisting | 0.0100 | m ² | 330,000.00 | 3,300.00 |
| | Paku | 0.2000 | kg | 1,760.00 | 352.00 |
| | Minyak bekisting | 0.2000 | ltr | 2,750.00 | 550.00 |
| | Upah (pasang + bongkar) | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 5,000.00 |
| Total | | | | | 15,650.75 |

137 295

| URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | HARGA (Rp) |
|--|----------|----------------|----------------------|---------------|
| PERANCAH (SEWA) / M3 BETON | | | | |
| Horizontal frame | 2.0000 | bh | 2,500.00 | 5,000.00 |
| Vertical frame | 8.0000 | bh | 2,500.00 | 20,000.00 |
| Cross Brace | 8.0000 | bh | 1,500.00 | 12,000.00 |
| Joint pin | 16.0000 | bh | 500.00 | 8,000.00 |
| Jack base | 8.0000 | bh | 1,500.00 | 12,000.00 |
| Upah (pasang + bongkar) | 2.0000 | unit | 1,500.00 | 3,000.00 |
| Total | | | | 60,000.00 |
| PEMBESIAN U-24 / KG | | | | |
| Besi beton U-24 | 1.0500 | kg | 960.00 | 1,008.00 |
| Bindrat | 0.0200 | kg | 1,650.00 | 33.00 |
| Upah | 1.0000 | kg | 200.00 | 200.00 |
| Total | | | | 1,241.00 |
| PEMBESIAN U-39 / KG | | | | |
| Besi beton U-39 | 1.0500 | kg | 930.00 | 976.50 |
| Bindrat | 0.0200 | kg | 1,650.00 | 33.00 |
| Upah | 1.0000 | kg | 200.00 | 200.00 |
| Total | | | | 1,209.50 |
| PEMBESIAN RATA-RATA / KG | | | | |
| Besi beton U-24 | 0.1500 | % | 1,241.00 | 186.15 |
| Besi beton U-39 | 0.8500 | % | 1,209.50 | 1,028.08 |
| Total | | | | 1,214.23 |
| STRUKTUR BAWAH | | | | |
| 20 BETON PONDASI LAJUR / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 5.0000 | m ² | 15,650.75 | 78,253.75 |
| Pembesian | 105.0000 | kg | 1,214.23 | 127,494.15 |
| Total | | | | 333,757.90 |
| 21 BETON TIE BEAM 35x70 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 6.0000 | m ² | 15,650.75 | 93,904.50 |
| Pembesian | 254.0000 | kg | 1,214.23 | 308,414.42 |
| Total | | | | 530,328.92 |
| 22 BETON KOLOM PEDESTAL / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| Pembesian | 200.0000 | kg | 1,214.23 | 242,846.00 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 508,062.00 |
| 23 BETON DINDING / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 175.0000 | kg | 1,214.23 | 212,490.25 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 509,007.75 |

| URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | H A R G A (Rp) |
|--|----------|----------------|----------------------|-------------------|
| BETON PLAT LANTAI T = 20 CM / M3 | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 5.0000 | m ² | 15,650.75 | 78,253.75 |
| Pembesian | 132.0000 | kg | 1,214.23 | 160,278.36 |
| Total | | | | 370,932.11 |
| BETON PLAT LANTAI T = 15 CM / M3 | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 6.6700 | m ² | 15,650.75 | 104,390.50 |
| Pembesian | 176.0000 | kg | 1,214.23 | 213,704.48 |
| Total | | | | 450,494.98 |
| BETON PIT LIFT / M3 | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 225.0000 | kg | 1,214.23 | 273,201.75 |
| Total | | | | 557,719.25 |
| STRUKTUR ATAS | | | | |
| BETON KOLOM K1-K10 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| Pembesian | 260.0000 | kg | 1,214.23 | 315,699.80 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 580,915.80 |
| BETON KOLOM K11 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| Pembesian | 209.0000 | kg | 1,214.23 | 253,774.07 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 518,990.07 |
| BETON KOLOM K12 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 11.2500 | m ² | 15,650.75 | 176,070.94 |
| Pembesian | 191.0000 | kg | 1,214.23 | 231,917.93 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 547,998.87 |
| BETON KOLOM K13 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 231.0000 | kg | 1,214.23 | 280,487.13 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 577,004.63 |
| BETON KOLOM K14-K15 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 300.0000 | kg | 1,214.23 | 364,269.00 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 650,786.50 |
| BETON KOLOM K16 / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 5.0000 | m ² | 15,650.75 | 78,253.75 |
| Pembesian | 303.0000 | kg | 1,214.23 | 367,911.69 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 586,175.44 |

| URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp.) | H A R G A (Rp.) |
|--|----------|----------------|-----------------------|--------------------|
| NBALOK INDUK / M³ K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| | 5.0000 | m ² | 15,650.75 | 78,253.75 |
| | 217.0000 | kg | 1,214.23 | 263,437.91 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 488,141.66 |
| NBALOK ANAK B1-B3: GT / M³ K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| | 158.0000 | kg | 1,214.23 | 191,848.34 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 461,454.34 |
| NBALOK ANAK GK / M³ K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| | 160.0000 | kg | 1,214.23 | 194,276.80 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 463,832.80 |
| N PRAKTIS & SIRIP / M³ K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| | 13.0000 | m ² | 15,650.75 | 203,459.75 |
| | 225.0000 | kg | 1,214.23 | 273,201.75 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 616,671.50 |
| N LINTEL JENDELA / M³ K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| | 15.0000 | m ² | 15,650.75 | 234,761.25 |
| | 200.0000 | kg | 1,214.23 | 242,846.00 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 617,617.25 |
| N DIBAWAH RAILING VOID / M³ K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| | 175.0000 | kg | 1,214.23 | 212,490.25 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 509,007.75 |
| N LISTPLANK / M³ K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| | 20.0000 | m ² | 15,650.75 | 313,015.00 |
| | 150.0000 | kg | 1,214.23 | 182,134.50 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 635,159.50 |
| N KONSOL / M³ K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| | 326.0000 | kg | 1,214.23 | 395,838.98 |
| | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 632,356.48 |

| URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | H A R G A (Rp) |
|---|----------|----------------|----------------------|-------------------|
| 1. BETON PLAT LANTAI T = 12 CM / M² | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ² | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 8.3400 | m ² | 15,650.75 | 130,527.26 |
| Pembesian | 150.0000 | kg | 1,214.23 | 132,134.50 |
| Perancah | 1.0000 | m ³ | 60,000.00 | 60,000.00 |
| Total | | | | 505,061.76 |
| 2. BETON PLAT LANTAI T = 10 CM / M² | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ² | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 175.0000 | kg | 1,214.23 | 212,490.25 |
| Perancah | 1.0000 | m ³ | 60,000.00 | 60,000.00 |
| Total | | | | 561,397.75 |
| 3. BETON PLAT DAK / M² | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ² | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 10.0000 | m ² | 15,650.75 | 156,507.50 |
| Pembesian | 109.0000 | kg | 1,214.23 | 132,351.07 |
| Perancah | 1.0000 | m ³ | 60,000.00 | 60,000.00 |
| Total | | | | 481,258.57 |
| 4. BETON BALOK DAK / M³ | | | | |
| Beton K-275 (Redy Mixed) | 1.0000 | m ³ | 132,400.00 | 132,400.00 |
| Bekisting | 8.0000 | m ² | 15,650.75 | 125,206.00 |
| Pembesian | 202.0000 | kg | 1,214.23 | 245,274.46 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 514,880.46 |
| 5. BETON RING BALOK / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ³ | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 6.5000 | m ² | 15,650.75 | 101,729.88 |
| Pembesian | 231.0000 | kg | 1,214.23 | 280,497.13 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 522,227.01 |
| 6. BETON TALANG / M³ | | | | |
| Beton K-275 | 0.1550 | m ³ | 128,010.00 | 19,841.55 |
| Bekisting | 3.3000 | m ² | 15,650.75 | 51,647.48 |
| Pembesian | 14.0000 | kg | 1,214.23 | 16,999.22 |
| Perancah | 0.7500 | m ³ | 60,000.00 | 45,000.00 |
| Total | | | | 133,488.25 |
| 7. BETON TANGGA / M² | | | | |
| Beton K-275 | 1.0000 | m ² | 128,010.00 | 128,010.00 |
| Bekisting | 9.5000 | m ² | 15,650.75 | 148,682.13 |
| Pembesian | 250.0000 | kg | 1,214.23 | 303,557.50 |
| Perancah | 0.2000 | m ³ | 60,000.00 | 12,000.00 |
| Total | | | | 592,249.63 |
| 8. LANTAI KERAMIK 20x20 CM / M² | | | | |
| Keramik 20/20 | 1.0500 | m ² | 13,500.00 | 14,259.00 |
| PC | 0.2276 | zak | 9,220.00 | 2,092.47 |
| Pasir pasang | 0.0420 | m ³ | 11,000.00 | 462.00 |
| Semen Grouting | 0.0200 | zak | 22,000.00 | 440.00 |
| Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 5,000.00 |
| Total | | | | 22,253.47 |

| | URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | H A R G A (Rp) |
|----|---|--------|----------------|----------------------|-------------------|
| 49 | <u>LANTAI KERAMIK 40x40 CM / M²</u> | | | | |
| | Keramik 40/40 | 1.0500 | m ² | 16,500.00 | |
| | PC | 0.2276 | zak | 9,220.00 | 17,325.00 |
| | Pasir pasang | 0.0420 | m ³ | 11,000.00 | 2,098.47 |
| | Semen Grouting | 0.0200 | zak | 22,000.00 | 462.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 440.00 |
| | | | | | 5,000.00 |
| | | | | Total | 25,325.47 |
| 50 | <u>LANTAI KERAMIK 40x40 CM HD/ M²</u> | | | | |
| | Keramik 40/40 Heavy duty | 1.0500 | m ² | 22,000.00 | |
| | PC | 0.2276 | zak | 9,220.00 | 23,100.00 |
| | Pasir pasang | 0.0420 | m ³ | 11,000.00 | 2,098.47 |
| | Semen Grouting | 0.0200 | zak | 22,000.00 | 462.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 440.00 |
| | | | | | 5,000.00 |
| | | | | Total | 31,100.47 |
| 51 | <u>LANTAI UBIN ABU-ABU 20/20 CM / M²</u> | | | | |
| | Ubin abu-abu 20/20 | 1.0500 | m ² | 6,320.00 | |
| | PC | 0.1838 | zak | 9,220.00 | 6,635.00 |
| | Pasir pasang | 0.0450 | m ³ | 11,000.00 | 1,694.64 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 4,000.00 | 495.00 |
| | | | | | 4,000.00 |
| | | | | Total | 12,825.64 |
| 52 | <u>KERAMIK ANTI SLIP 10/20 CM / M²</u> | | | | |
| | Keramik anti slip | 5.0000 | bh | 1,650.00 | |
| | PC | 0.0273 | zak | 9,220.00 | 8,250.00 |
| | Pasir pasang | 0.0050 | m ³ | 11,000.00 | 251.82 |
| | Semen Grouting | 0.0024 | zak | 20,000.00 | 55.44 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 1,500.00 | 48.00 |
| | | | | | 1,500.00 |
| | | | | Total | 10,105.28 |
| 53 | <u>DINDING KERAMIK 20x20 CM / M²</u> | | | | |
| | Keramik 20/20 | 1.0500 | m ² | 13,580.00 | |
| | PC | 0.2400 | zak | 9,220.00 | 14,259.00 |
| | Pasir pasang | 0.0180 | m ³ | 11,000.00 | 2,212.80 |
| | Semen Grouting | 0.0200 | zak | 22,000.00 | 198.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 6,500.00 | 440.00 |
| | | | | | 6,500.00 |
| | | | | Total | 23,609.80 |
| 54 | <u>PLAFOND MULTIPLEX 6 MM / M²</u> | | | | |
| | Multiplex 6 mm | 0.3500 | lbr | 16,220.00 | |
| | Kayu kamper | 0.0150 | m ³ | 852,500.00 | 5,677.00 |
| | Paku | 0.1000 | kg | 1,760.00 | 12,787.50 |
| | Paku eternit | 0.0550 | kg | 2,750.00 | 176.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 151.25 |
| | | | | | 5,000.00 |
| | | | | Total | 23,791.75 |
| 55 | <u>ATAP GENTENG BETON / M²</u> | | | | |
| | Gerteng | 9.0000 | bj | 870.00 | |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 2,000.00 | 7,830.00 |
| | | | | | 2,000.00 |
| | | | | Total | 9,830.00 |

| | URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | HARGA (Rp) |
|----|--|----------|----------------|----------------------|---------------|
| 56 | NOK GENTENG BETON / M' | | | | |
| | Nok genteng beton | 3.0000 | bj | 830.00 | 2,490.00 |
| | PC | 0.1600 | zak | 9,220.00 | 1,475.20 |
| | Pasir pasang | 0.0320 | m ³ | 11,000.00 | 352.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 7,500.00 | 7,500.00 |
| | Total | | | | 11,817.20 |
| 57 | USUK + RENG KAMPER / M² | | | | |
| | Balok kamper | 0.0116 | m ³ | 852,500.00 | 9,889.00 |
| | Reng kamper | 0.0050 | m ³ | 825,000.00 | 4,125.00 |
| | Paku | 0.1200 | kg | 1,760.00 | 211.20 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 3,500.00 | 3,500.00 |
| | Total | | | | 17,725.20 |
| 58 | USUK + RENG KAMPER EXPOSE MULTIPLEX 6MM / M² | | | | |
| | Balok kamper | 0.0116 | m ³ | 852,500.00 | 9,889.00 |
| | Reng kamper | 0.0050 | m ³ | 825,000.00 | 4,125.00 |
| | Paku | 0.1500 | kg | 1,760.00 | 264.00 |
| | Multiplex 6 mm | 0.3500 | lbr | 16,220.00 | 5,677.00 |
| | Cat plafond | 1.1000 | m ² | 3,800.00 | 4,180.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 5,000.00 |
| | Total | | | | 29,135.00 |
| 59 | PAPAN LISTPLANK JATI 3/25 CM | | | | |
| | Papan jati | 0.0083 | m ³ | 3,080,000.00 | 25,564.00 |
| | Cat kayu | 0.5600 | m ² | 6,000.00 | 3,360.00 |
| | Upah | 1.0000 | m' | 3,000.00 | 3,000.00 |
| | Total | | | | 31,924.00 |
| 60 | TALANG SENG / M' | | | | |
| | Papan kamper | 0.0132 | m ² | 880,000.00 | 11,616.00 |
| | Seng | 1.0000 | m' | 7,150.00 | 7,150.00 |
| | Paku | 0.1750 | kg | 1,760.00 | 308.00 |
| | Cat anti karat | 0.7500 | m ² | 1,000.00 | 750.00 |
| | Upah | 1.0000 | m' | 3,500.00 | 3,500.00 |
| | Total | | | | 23,324.00 |
| 61 | RETAINING WALL H = 200 CM / M' | | | | |
| | Galian tanah | 2.7800 | m ³ | 4,000.00 | 11,120.00 |
| | Urugan kembali | 1.4050 | m ³ | 2,000.00 | 2,810.00 |
| | Urugan pasir | 0.1400 | m ³ | 15,200.00 | 2,128.00 |
| | Pondasi batu kali 1:3 | 1.2300 | m ³ | 64,283.80 | 79,069.07 |
| | Siaran | 1.2500 | m ² | 4,089.26 | 5,111.58 |
| | Total | | | | 100,238.65 |
| 62 | KAYU 5/7 CM DIATAS GORDING / M³ | | | | |
| | balok kamper 5/7 | 1.1000 | m ³ | 852,500.00 | 937,750.00 |
| | Mur baut | 190.0000 | bh | 500.00 | 95,000.00 |
| | Upah | 1.0000 | m' | 150,000.00 | 150,000.00 |
| | Total | | | | 1,182,750.00 |

| NO | URAIAN PEKERJAAN | VOLUME | SATUAN | HARGA SATUAN (Rp) | H A R G A (Rp) |
|----|--|---------|----------------|----------------------|-------------------|
| 63 | KONSOL KAYU KAMPER / M² | | | | |
| | balok kamper | 1.1000 | m ² | 852,500.00 | 937,750.00 |
| | Mur baut | 80.0000 | bh | 500.00 | 40,000.00 |
| | Paku | 5.0000 | kg | 1,760.00 | 8,800.00 |
| | Cat kayu | 20.0000 | m ² | 6,000.00 | 120,000.00 |
| | Upah | 1.0000 | m' | 200,000.00 | 200,000.00 |
| | Total | | | | 1,306,550.00 |
| 64 | GORDING KAYU KAMPER / M² | | | | |
| | balok kamper | 1.1000 | m ² | 852,500.00 | 937,750.00 |
| | Mur baut | 30.0000 | bh | 500.00 | 15,000.00 |
| | Paku | 3.0000 | kg | 1,760.00 | 5,280.00 |
| | Cat kayu | 20.0000 | m ² | 6,000.00 | 120,000.00 |
| | Upah | 1.0000 | m' | 150,000.00 | 150,000.00 |
| | Total | | | | 1,228,030.00 |
| 55 | GLASS BLOCK / M² | | | | |
| | Glass block | 25.0000 | bh | 3,300.00 | 82,500.00 |
| | PC warna | 0.0750 | zak | 22,000.00 | 1,650.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 5,000.00 | 5,000.00 |
| | Total | | | | 89,150.00 |
| 5 | PAVING BLOCK T = 8 CM / M² | | | | |
| | Sirtu | 0.1800 | m ³ | 9,350.00 | 1,683.00 |
| | Batu pecah | 0.1800 | m ³ | 16,500.00 | 2,970.00 |
| | Pasir | 0.0330 | m ³ | 11,000.00 | 913.00 |
| | Paving block | 1.0000 | m ² | 12,100.00 | 12,100.00 |
| | Upah | 1.0000 | m ² | 3,500.00 | 3,500.00 |
| | Total | | | | 21,166.00 |

Semarang, 20 Agustus 1996

PT. PEMBANGUNAN PERUMAHAN
(PERBERO) CABANG V

Ir. Sugeng Sunardi
Kepala Cabang

YEK : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
YEK : PEKERJAAN STRUKTUR, ARSITEKTUR dan M & E
TANGGAL : 7 AGUSTUS 1996

Hal. 5

| JENIS PEKERJAAN | JUMLAH (Rp) |
|---|-------------------------|
| <u>SUB REKAPITULASI:</u> | |
| <u>BANG. LABORATORIUM F.T.I</u> | |
| STRUKTUR BANGUNAN BAGIAN BAWAH | 837,010,767.56 |
| STRUKTUR BANGUNAN BAGIAN ATAS | 2,618,049,120.38 |
| PEKERJAAN PENYELESAIAN | 499,252,654.33 |
| PEKERJAAN PERLENGKAPAN | 4,444,000.00 |
| PEKERJAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL | |
| 5. 1. PEKERJAAN MEKANIKAL | 848,815,600.00 |
| 5. 2. PEKERJAAN ELEKTRIKAL | 709,510,500.00 |
| PEKERJAAN TAPAK | 108,849,040.00 |
| <u>TOTAL BANG. LABORATORIUM - FTI</u> dipindahkan ke Rekapitulasi | 5,625,731,682.27 |

K : KAMPUS TERPADU UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA
 K : PEKERJAAN STRUKTUR dan ARSITEKTUR, LAB. FTI
 AL : 7 AGUSTUS 1996

| JENIS PEKERJAAN | VOLUME | HARGA SATUAN (Rp) | JUMLAH (Rp) |
|---|-------------|-------------------|-----------------------|
| STRUKTUR BANGUNAN BAGIAN BAWAH | | | |
| PEKERJAAN DIBAWAH LANTAI DASAR | | | |
| Alian tanah seperti dijelaskan : | | | |
| Alian tanah * pada pondasi lajur + tie beam | 5,821.00 MP | 4,000.00 | 23,284,000.00 |
| * pada lantai basement | 709.00 MP | 4,000.00 | 2,836,000.00 |
| Ung kembali* pada sisi pondasi lajur + tie beam (dipadatkan) | 4,438.00 MP | 2,000.00 | 8,876,000.00 |
| * pada basement (termasuk pemadatan) | 150.00 MP | 2,000.00 | 300,000.00 |
| Alian tanah lebih keluar site | 1,942.00 MP | 2,200.00 | 4,272,400.00 |
| Lug pasir T = 10 cm dipadatkan seperti dijelaskan : | | | |
| bawah pondasi lajur + Tie Beam | 181.00 MP | 15,200.00 | 2,751,200.00 |
| bawah lantai Basement | 246.00 MP | 15,200.00 | 3,739,200.00 |
| Lantai kerja beton Bo, T = 7 cm seperti dijelaskan : | | | |
| bawah pondasi lajur + Tie Beam | 125.00 MP | 89,825.00 | 11,228,125.00 |
| bawah lantai Basement | 172.00 MP | 89,825.00 | 15,449,900.00 |
| Konstruksi beton bertulang Fc275 termasuk pemasangan bekisting dan pembersihan seperti dijelaskan : | | | |
| Beton pondasi lajur | 1,232.00 MP | 333,757.90 | 411,189,732.80 |
| Beton tie beam, 35 x 70 cm | 164.00 MP | 530,329.92 | 86,973,942.88 |
| Beton kolom pedestal, dibawah tie beam | 38.00 MP | 508,052.00 | 19,306,356.00 |
| Dinding beton (Retaining wall) tebal 20 cm | 140.00 MP | 509,007.75 | 71,261,085.00 |
| Lantai - tebal 20 cm | 170.00 MP | 370,932.11 | 63,058,458.70 |
| - tebal 15 cm | 241.00 MP | 450,494.98 | 108,569,290.18 |
| Beton untuk Pit Lift | 4.00 MP | 557,719.25 | 2,230,877.00 |
| cat Epoxy untuk bagian dalam Pit lift | 20.00 MP | 19,200.00 | 384,000.00 |
| polyethylene Sheet untuk dinding | 1,182.00 MP | 1,100.00 | 1,300,200.00 |
| TOTAL STRUKTUR BANG. BAGIAN BAWAH | | | 837,010,767.56 |
| pindahkan ke Sub Rekapitulasi | | | |

STRUKTUR BANG. BAGIAN ATAS
PEKERJAAN RANGKA STRUKTUR

Hal. 7

Konstruksi beton bertulang mutu F'c 275, termasuk pemasangan bekisting semi exposed & pembesian seperti dijelaskan :

| | | | | |
|--|--------|----|------------|----------------|
| Kolom beton - K1 s/d K10, ukuran 55/55 | 300.00 | MP | 580,915.80 | 174,274,740.00 |
| - K11, ukuran 56/46 | 15.00 | MP | 518,990.07 | 7,784,951.05 |
| - K12, ukuran 20/160 | 10.00 | MP | 547,998.87 | 5,479,988.70 |
| - Kolom lift, K13 uk. L 30/60 + 30/30 | 22.00 | MP | 577,004.63 | 12,694,101.86 |
| - K14 - K15, ukuran 40/40 | 10.00 | MP | 660,786.50 | 6,607,885.00 |
| - K16, ukuran 35/45 + K17 (25/25) | 10.00 | MP | 586,175.44 | 5,861,754.40 |
| Balok Induk ukuran 40/70 | 784.00 | MP | 436,141.66 | 381,135,081.44 |
| Balok anak - B1 s/d B3; GT, uk 30,50 | 535.00 | MP | 461,454.34 | 246,878,071.90 |
| - GK, ukuran 20/30 | 1.00 | MP | 463,882.80 | 463,882.80 |
| Beton kolom praktis dinding sirip untuk talang tegak | 29.00 | MP | 618,671.50 | 17,833,473.50 |
| Beton lintel Jendela, ukuran 15/20 | 73.00 | MP | 617,617.25 | 45,086,059.25 |
| Beton dibawah Railing void | 7.50 | MP | 509,007.75 | 3,817,558.13 |
| Listplank - Ukuran 10/200 | 4.00 | MP | 635,159.50 | 2,540,638.00 |
| Konsol dudukan kuda-kuda/Rafter, uk 10/45-70 | 17.00 | MP | 692,356.48 | 11,770,060.16 |

PEKERJAAN LANTAI ATAS

Konstruksi beton bertulang mutu F'c 275, termasuk pemasangan bekisting semi exposed & pembesian seperti dijelaskan :

| | | | | |
|----------------------------|--------|----|------------|----------------|
| Pelat lantai - tebal 12 cm | 775.00 | MP | 505,061.76 | 391,422,864.00 |
| - tebal 10 cm | 2.00 | MP | 561,397.75 | 1,122,795.50 |

Sub Total
dikumpulkan

1,314,823,765.69

STRUKTUR BANG. BAGIAN ATAS

(lanjutan)

Hal. 8

PEKERJAAN ATAP
1 STRUKTUR ATAP

Konstruksi beton bertulang mutu Fc 275, termasuk pemasangan bekisting semi exposed & pembesian seperti dijelaskan :

| | | | |
|---|--------|----------------|---------------|
| Pelat dak | | | |
| Balok dak | 42.00 | M ³ | 431,258.57 |
| Ring Balok * Ukuran 40/70 | 64.00 | M ³ | 514,880.48 |
| Talang beton ukuran 35 x 50 cm, T = 10 cm | 58.00 | M ³ | 522,227.01 |
| | 337.00 | M ³ | 133,488.25 |
| | | | 20,212,659.94 |
| | | | 32,952,349.44 |
| | | | 29,244,712.56 |
| | | | 44,685,540.25 |

Konstruksi rangka atap baja, termasuk pelat simpul alat-alat penyambung lengkap seperti dijelaskan :

| | | | | |
|---|-----------|----------------|--------------|---------------|
| Rangka Rafter - Besi L 80.80.8 | 4,052.00 | Kg | 1,500.00 | 6,078,000.00 |
| - Besi L 70.70.7 | 41,708.00 | Kg | 1,500.00 | 62,562,000.00 |
| - Besi L 60.60.6 | 10,394.00 | Kg | 1,500.00 | 15,591,000.00 |
| - Besi L 50.50.5 | 15,141.00 | Kg | 1,500.00 | 22,711,500.00 |
| - Pipa hitam dia. 5" tebal 5 mm | 380.00 | M ¹ | 34,500.00 | 13,110,000.00 |
| Gording, C 150.65.20.2,3 | 14,767.00 | Kg | 1,500.00 | 22,150,500.00 |
| Dudukan Gording, L 50.50.5 | 1,300.00 | Kg | 1,500.00 | 1,950,000.00 |
| Trekstang, besi beton dia. 10 mm | 720.00 | Kg | 1,500.00 | 1,080,000.00 |
| Base Plate, tebal 12 mm | 4,748.00 | Kg | 1,500.00 | 7,122,000.00 |
| Plat simpul pada rangka rafter | 26,549.00 | Kg | 1,500.00 | 39,823,500.00 |
| Baut untuk plat simpul, M16 | 12,990.00 | Bh | 200.00 | 10,384,000.00 |
| Baut hitam dia. 1/2" x 1" (dudukan gording) | 1,146.00 | Bh | 500.00 | 573,000.00 |
| Moer dia. 1/2" (untuk trekstang) | 3,650.00 | Bh | 200.00 | 730,000.00 |
| Angker dia. 20 x 50 cm | 320.00 | Bh | 500.00 | 160,000.00 |
| Cat baja | 6,713.00 | M ² | 6,000.00 | 40,308,000.00 |
| Kayu 5/7 diatas Gording | 9.00 | M ³ | 1,182,750.00 | 10,644,750.00 |

Sub Total
dikumpulkan

392,373,712.19