

TUGAS AKHIR

**APLIKASI METODE MATRIKS KEKAKUAN
SUPERPOSISI LANGSUNG PADA PERENCANAAN
KAP GEDUNG DPRD TK. II MAMUJU**



DISUSUN OLEH

MUH. YUSUF

4586040071/871134619

UNIVERSITAS " 45 "
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UJUNG PANDANG

1993

LEMBAR PENERIMAAN

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas "45" Ujungpandang, Nomor SK. 152/U-45/X/1993 tanggal 20 Oktober 1993 tentang PANITIA DAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR, maka :

Pada hari/tanggal : SABTU / 23 OKTOBER 1993
Tugas Akhir atas nama : MUH. YUSUF
Nomor Stambuk : 4586040071
N i r m : 871134619

Telah diterima dan disyahkan oleh Panitia Ujian Sarjana Negara Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang setelah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Sarjana Negara untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Negara jenjang Strata satu (S-1) pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang.

Pengawas Umum

1. Prof.DR.Mr. H.Andi Zainal Abidin Farid
(Rektor Universitas "45" Ujungpandang)
2. Prof.DR.Ir. Arifuddin Ressayang
(Dekan Fakultas Teknik UNHAS)

Tim Penguji Tugas Akhir

- | | | |
|------------|-------------------------------|---------|
| Ketua | : Prof.DR.Ir. R.Toreh, MSc. | (.....) |
| Sekretaris | : Ir. A.Rumpang Yusuf | (.....) |
| Anggota | : Ir. H.Maruddin Laining, MS. | (.....) |
| | Ir. Jusmin Mulyadi | (.....) |
| | Ir. A.Bakri Muhiddin, MSc. | (.....) |
| Ex Officio | : Ir. H.Muhammad Ismail | (.....) |
| | Ir. Darwis Panguriseng, MSc. | (.....) |
| | Ir. Syahrul Sariman | (.....) |

Diketahui :
Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Ujungpandang
(Ir. Firdaus Chalid, MSi.)

Disyahkan :
Ketua Jurusan Sipil
(Ir. Kamaruddin)



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. 322411 - Telex 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

LEMBAR PENGESAHAN.

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi sebahagian syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang. Judul Tugas Akhir ini adalah :

APLIKASI METODE MATRIKS KEKAKUAN SUPERPOSISI LANGSUNG
PADA PERENCANAAN KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU

Disusun oleh :

N a m a : Muh.Yusuf

No. Stb : 45 86 040 071

N i r m : 87 113 4619

Ujungpandang, Oktober 1993

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Muhammad Ismail) (Ir. Darwis Ranguriseng, MSc.)

Pembimbing III

(Ir. Syahrul Sariman)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Ujungpandang

Ketua
Jurusan Sipil

(Ir. Firdaus Chairuddin, MSi.)

(Ir. Kamaruddin)



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. 322411 - Telex 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

FAKULTAS TEKNIK

TUGAS AKHIR

Diberikan kepada :

N a m a : Muh. Yusuf
No. Stb : 45 86 040 071
N i r m : 87 113 4619
Jurusan : Sipil

Judul :

UNIVERSITAS
BUJUNGA
APLIKASI METODE MATRIKS KEKAKUAN SUPERPOSISI LANGSUNG
PADA PERENCANAAN KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU

Ujungpandang, Oktober 1993

Dosen Pembimbing :

1. Ir. H. Muhammad Ismail
2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc.
3. Ir. Syahrul Sariman

a.n. Dosen Pembimbing

(Ir. H. Muhammad Ismail)



UNIVERSITAS " 45 "

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4
Telp. 322411 - Telex 71303 Marannu UP
UJUNG PANDANG

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi sebahagian syarat-syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang.

Judul :

APLIKASI METODE Matriks Kekakuan Superposisi Langsung
pada Perencanaan KAP Gedung DPRD TK.II Mamuju

Disusun oleh :

N a m a : Muh.Yusuf
No. Stb : 45 86 040 071
N i r m : 87 113 4619

Ujungpandang, Oktober 1993

Telah diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing :

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. H. Muhammad Ismail) (Ir. Darwis Panguriseng, MSc.)

Pembimbing III

(Ir. Syahrul Sariman)

Mengetahui :
Ketua Jurusan Sipil

(Ir. Kamaruddin)



KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur ke hadirat Allah SWT, atas kasih dan karuniaNya sehingga penulis dapat merampungkan Tugas Akhir ini, yang merupakan salah satu persyaratan penyelesaian studi pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang.

Untuk maksud tersebut penulis mengemukakan tulisan mengenai konstruksi kap suatu bangunan gedung, yang merupakan salah satu bahagian dari konstruksi bangunan gedung tersebut. Adapun judul Tugas Akhir ini adalah :

" APLIKASI METODE MATRIKS KEKAKUAN SUPERPOSISI LANGSUNG PADA PERENCANAAN KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU "

Penyusunan tulisan ini merupakan suatu alternatif lain dari perencanaan konstruksi kap yang telah ada, dan didasarkan pada teori-teori/literatur-literatur, peraturan-peraturan/syarat-syarat yang berlaku serta bahan-bahan kuliah Jurusan Sipil Fakultas Teknik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, walaupun penulis sudah berusaha semaksimal mungkin. Demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini, penulis tidak menutup kemungkinan untuk menerima saran dan kritikan yang mengarah kepenyempurnaan Tugas Akhir ini.

Dan tak lupa penulis menyampaikan, terima kasih yang tak terhingga kepada yang terhormat :

- Bapak Dekan dan Pembantu Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Ujungpandang.
- Bapak Ketua dan Sekertaris Jurusan Sipil.
- Bapak Penasehat Akademik.
- Bapak-Bapak Dosen Pembimbing :
 1. Ir. H. Muhammad Ismail.
 2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc.
 3. Ir. Syahrul Sariman.
- Bapak-bapak dan Ibu-ibu Dosen Jurusan Sipil.
- Segenap staf dan karyawan Fakultas Teknik.
- Secara khusus kepada kedua orang tua, dan keluarga tercinta, serta saudara rekan-rekan Studio 20'S CE.

Atas jerih payah, bimbingan, dan bantuan baik moril maupun materiil. Tiada kata yang dapat diucapkan selain terima kasih yang setulus-tulusnya, semoga Allah SWT tetap melimpahkan rahmat dan karuniaNya kepada kita sekalian.

Akhir kata semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, Amin.

Ujungpandang, Oktober 1993

Penulis,

(MUH. YUSUF)

1104

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL i

TUGAS AKHIR ii

LEMBAR PENGESAHAN iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI vi

BAB I. PENDAHULUAN I - 1

 1.1. Latar Belakang Masalah I - 1

 1.2. Alasan Memilih Judul I - 3

 1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan .. I - 3

 1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masa-
 lah I - 4

 1.4.1. Pokok Bahasan I - 4

 1.4.2. Batasan Masalah I - 4

 1.5. Sistematika Penulisan I - 5

BAB II. TINJAUAN UMUM DAN DATA-DATA PERENCA-
NAAN II - 1

 2.1. Tinjauan Umum II - 1

 2.2. Data-Data Perencanaan II - 2

BAB III. TEORI DASAR PERENCANAAN III - 1

 3.1. Umum III - 1

 3.2. Perhitungan Gording III - 2

 3.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang
 pada Rangka Kap III - 5

3.4. Mendimensi Batang	III - 11
3.5. Perhitungan Sambungan	III - 22
3.6. Perhitungan Perletakan	III - 23
BAB IV. PERHITUNGAN PERENCANAAN KONSTRUKSI	
KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU	IV - 1
4.1. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan I (Bangunan Utama) ..	IV - 1
4.1.1. Perhitungan Gording ...	IV - 2
4.1.2. Perhitungan Kuda-Kuda ..	IV - 9
4.1.3. Perhitungan Gaya-Gaya - Batang	IV - 12
4.1.4. Perhitungan Dimensi Ba- tang	IV - 49
4.1.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan ..	IV - 58
4.1.6. Perhitungan Perletakan .	IV - 60
4.2. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan II (Bangunan Sayap) ..	IV - 61
4.2.1. Perhitungan Gording ...	IV - 62
4.2.2. Perhitungan Kuda-Kuda ..	IV - 69
4.2.3. Perhitungan Gaya-Gaya - Batang	IV - 71
4.2.4. Perhitungan Dimensi Ba- tang	IV - 98

4.2.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan ..	IV - 98
4.2.6. Perhitungan Perletakan .	IV - 98
4.3. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan III & IV	IV - 102
4.3.1. Perhitungan Gording ...	IV - 103
4.3.2. Perhitungan Kuda-Kuda ..	IV - 109
4.3.3. Perhitungan Gaya-Gaya - Batang	IV - 112
4.3.4. Perhitungan Dimensi Ba- tang	IV - 143
4.3.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan ..	IV - 143
4.3.6. Perhitungan Perletakan .	IV - 143
4.4. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan V (Bangunan Belakang).	IV - 147
4.4.1. Perhitungan Gording ...	IV - 148
4.4.2. Perhitungan Kuda-Kuda ..	IV - 154
4.4.3. Perhitungan Gaya-Gaya - Batang	IV - 157
4.4.4. Perhitungan Dimensi Ba- tang	IV - 186
4.4.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan ..	IV - 186
4.4.6. Perhitungan Perletakan .	IV - 186

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	V - 1
5.1. Kesimpulan	V - 1
5.2. Saran	V - 5

DAFTAR PUSTAKA

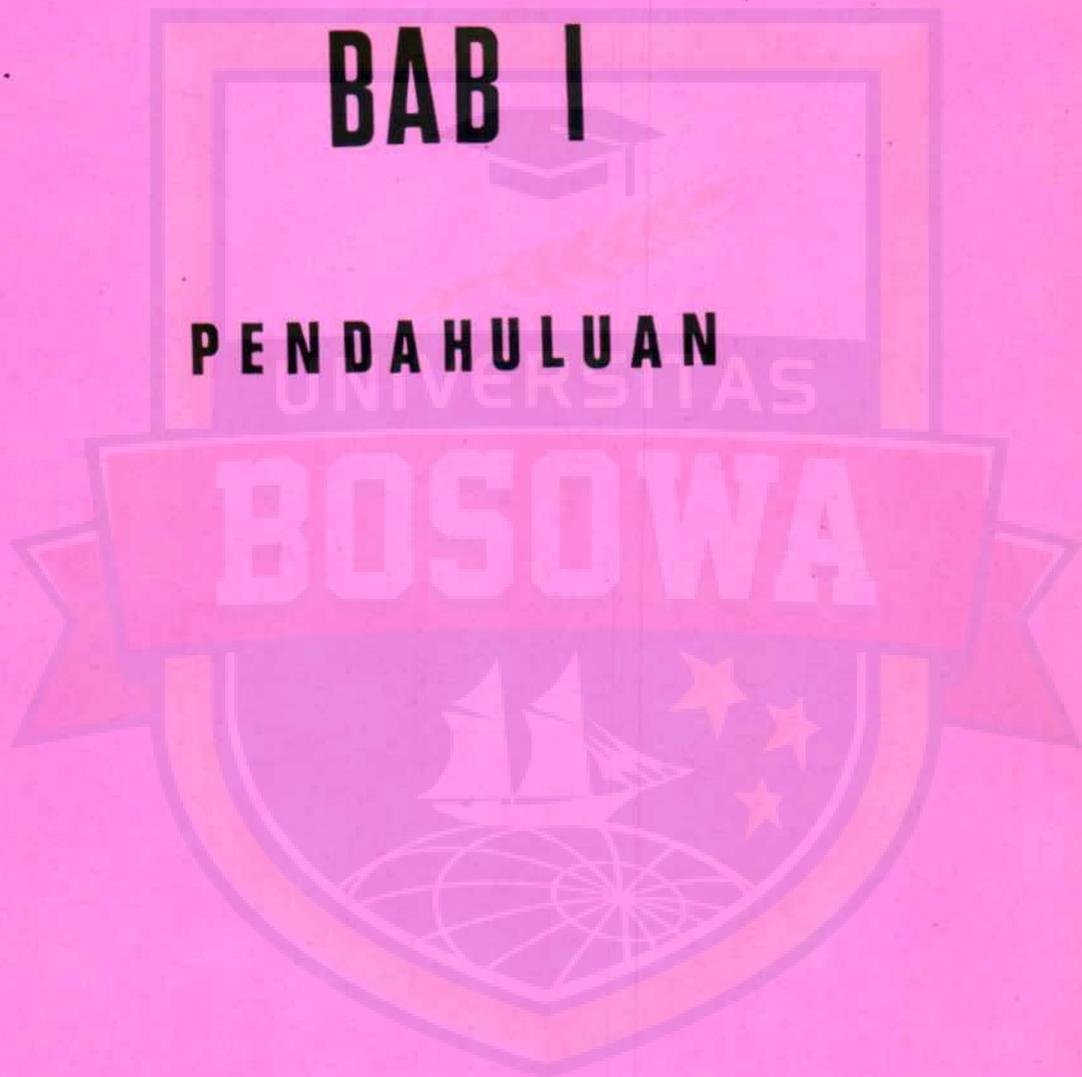
LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

BOSOWA





BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang Masalah

Pertambahan jumlah penduduk yang dialami oleh hampir seluruh negara di dunia ini menimbulkan berbagai masalah, baik sosial, politik, keamanan maupun ekonomi. Demikian pula halnya kebutuhan akan fasilitas bangunan gedung sebagai sarana perkantoran, perumahan, tempat-tempat perbelanjaan, gedung-gedung sekolah dan perkuliahan, serta beraneka ragam bangunan sesuai dengan fungsinya masing-masing yang sejalan dengan kebutuhan masyarakat luas semakin meningkat. Untuk mengantisipasi hal tersebut, pemerintah selain menggalakkan program keluarga berencana, juga melaksanakan program transmigrasi.

Salah satu daerah tujuan transmigran, baik transmigrasi nasional dan transmigrasi lokal maupun transmigrasi spontan di daerah Sulawesi Selatan adalah Daerah Tingkat II Kabupaten Mamuju.

Karena memang kondisi alam dan kesuburan tanahnya, dan jumlah penduduknya yang relatif kurang, sangat cocok untuk program tersebut. Hal ini memacu perkembangan wilayah Dati II kabupaten Mamuju, baik dari segi ekonomi, pertanian dan pembangunan pada bidang-bidang lain, termasuk mental dan spiritual masyarakat yang beraneka ragam dituntut supaya dapat semakin kritis dalam mengem-

bangkan pola pikir guna kelangsungan dan keserasian pembangunan di wilayah tersebut. Hal ini pulalah yang membuat masyarakat untuk memajukan kesejahteraan hidupnya.

Memperhatikan masa pembangunan jangka panjang tahap pertama telah berakhir, dan dilanjutkan dengan tahap kedua 25 tahun mendatang, maka pemerintah daerah tingkat II kabupaten Mamuju sangat memperhatikan rencana pembangunan kantor DPRD II kabupaten Mamuju sebagai tempat untuk merencanakan dan menetapkan pembangunan-pembangunan selanjutnya. Hal ini didasarkan pada pertimbangan, bahwa gedung DPRD yang lama sudah tidak sesuai lagi dengan kebutuhan dan aktivitas dewan sebagai tempat untuk menyalurkan dan menampung aspirasi masyarakat guna merencanakan pembangunan di daerah ini.

Gedung DPRD yang lama terletak di jantung kota, sudah tidak sesuai dengan keadaan sekarang, karena disekitar tempat tersebut telah berkembang sebagai pusat kegiatan ekonomi dan tempat hiburan, serta kondisi lalu lintas yang mulai padat. Dengan pertimbangan tersebut dan mengacu pada master plan kota Mamuju, yang mengarahkan daerah tersebut menjadi daerah industri dan perdagangan, maka telah disiapkan pembangunan gedung DPRD yang baru letaknya di suatu lokasi pinggiran pantai.

Gedung tersebut direncanakan serta didesain seapik dan seartistik mungkin, demikian halnya dari segi arsitektur-

nya dapat menggambarkan spesifikasi Daerah Tingkat II Kabupaten Mamuju.

Berdasarkan hal tersebut penulis dapat memberikan alternatif perencanaan, khususnya pada konstruksi kap dengan mengambil data-data perencanaan yang telah ada sebagai bahan perbandingan terhadap analisa yang telah ada dari perencanaan semula.

Untuk merealisasikan hal tersebut di atas, maka penulis mencoba mengangkat suatu tulisan melalui Tugas Akhir ini dengan judul :

" APLIKASI METODE MATRIKS KEKAKUAN SUPERPOSISI LANGSUNG PADA PERENCANAAN KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU "

Sehubungan dengan judul tersebut di atas, penulis dapat menguraikan hal-hal selanjutnya pada berikut ini.

1.2. Alasan Memilih Judul

- Penulis ingin mengetahui lebih mendalam mengenai pengetahuan tentang metode lain perencanaan konstruksi kap yang digunakan pada perencanaan semula.
- Penulis ingin mencari pengalaman dalam perencanaan suatu konstruksi kap yang merupakan salah satu tugas pokok seorang Sarjana Teknik Sipil.

1.3. Maksud dan Tujuan Penulisan

Penulisan ini dimaksudkan untuk menghitung dan mendimensi konstruksi kap gedung DPRD II Mamuju, berda-

sarkan gambar arsitektur dan data-data penunjang yang telah ada.

Tujuan dari penulisan ini adalah memberikan alternatif lain dari suatu perencanaan yang telah ada untuk bahan pertimbangan oleh pihak yang bersangkutan.

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1. Pokok Bahasan

Pokok bahasan dari penulisan ini direncanakan suatu bentuk struktur kap secara lengkap dengan berpedoman pada beberapa pertimbangan antara lain segi keamanan dan segi ekonomis. Data-data yang dipergunakan pada perencanaan ini adalah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

1.4.2. Batasan Masalah

a. Batasan umum.

Konstruksi kap dihitung dengan anggapan bahwa struktur rangka terbuat dari baja yang berbentuk profil siku-siku sama kaki, merupakan perpaduan unsur-unsur penahan akibat beban-beban yang dipikulnya.

b. Ketentuan perhitungan konstruksi.

Perhitungan konstruksi kap berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, dan Daftar - Daftar Profil Untuk Konstruksi Baja.

c. Batasan metode.

Perhitungan gaya-gaya batang pada struktur rangka kap dipakai metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar isi dari Tugas Akhir ini, dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan pola umum secara singkat dari tugas akhir ini, menyangkut latar belakang masalah, alasan memilih judul, maksud dan tujuan penulisan, pokok bahasan dan batasan masalah yang merupakan ruang lingkup penulisan, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN UMUM DAN DATA-DATA PERENCANAAN

Merupakan gambaran umum tentang konstruksi kap gedung DPRD II Mamuju, serta memperlihatkan data-data yang digunakan pada perencanaan terhadap konstruksi kap.

BAB III : TEORI DASAR PERENCANAAN

Merupakan uraian dasar perhitungan perencanaan konstruksi kap.

BAB IV : PERHITUNGAN KONSTRUKSI KAP GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU

Menguraikan tentang perhitungan rangka kap, yang menyangkut gaya-gaya batang dan dimensi batang.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan ulasan tentang kesimpulan dari se-

luruh isi tulisan ini, serta memberikan saran yang dianggap perlu sebagai bahan pertimbangan.



BAB II

**TINJAUAN UMUM DAN DATA – DATA
PERENCANAAN**

BUSOWA



BAB II

TINJAUAN UMUM DAN DATA-DATA PERENCANAAN

2.1. Tinjauan Umum

Gedung Dewan Perwakilan Rakyat Daerah Tk.II Mamuju yang terletak pada tepi pinggir laut/pantai kota Mamuju dibagi atas 5 (lima) unit bangunan yang dipisahkan satu sama lain dengan konstruksi pemisah (deletasi). Hal ini dimaksudkan untuk menghindari perlemahan-perlemahan konstruksi yang mungkin terjadi pada saat gempa, sebagaimana diketahui bahwa kabupaten Mamuju termasuk dalam daerah gempa potensial (zone III).

Bangunan induk terletak di tengah lokasi yang diperuntukkan sebagai ruang sidang paripurna, serta ruang kerja komisi-komisi. Sedangkan bangunan II, III, dan IV adalah bangunan yang mengelilingi bangunan utama (induk) yang diperuntukkan sebagai ruang-ruang penunjang kegiatan dalam lingkungan DPRD II Mamuju. Bangunan V terletak di bagian belakang (pantai) yang diperuntukkan sebagai ruang kegiatan administrasi. Adapun konstruksi kap yang digunakan adalah konstruksi rangka kap dari baja, sebagaimana sesuai dengan perencanaan awalnya. Olehnya itu penulis dapat memberikan alternatif perencanaan mengenai ukuran dari dimensi rangka batang kap, yang diperoleh dari hasil perhitungan perencanaan pada Bab IV.

2.2. Data-Data Perencanaan

Data-data perencanaan yang digunakan sesuai dengan perencanaan semula adalah sebagai berikut :

- Berat atap genteng beton = 50 kg/m²
- Beban angin = 40 kg/m²
(jarak lokasi < 5 km dari pantai)
- Plafon eternit = 11 kg/m²
- Penggantung plafon = 7 kg/m²

Beban-beban yang diperhitungkan dalam konstruksi kap adalah :

a. Berat sendiri.

Berat sendiri terdiri dari berat kuda-kuda, berat gording, berat atap, dan sebagainya.

Secara pasti berat dari kuda-kuda dapat ditentukan jika ukuran-ukuran profil, serta bagian-bagian lainnya sudah diketahui. Akan tetapi di dalam perencanaan suatu konstruksi, ukuran dari profil tersebut baru dapat ditentukan kemudian. Untuk itu sebagai pendekatan digunakan rumus empiris sebagai berikut :

$$(L - 2) L . b \quad \text{sampai dengan} \quad (L + 5) L . b$$

dimana :

L = Bentang kap (kuda-kuda).

b = Jarak kuda-kuda.

Diambil harga antara batas atas dan batas bawah dari rumus pendekatan tersebut, yang tergantung oleh bebe-

rapa faktor antara lain :

- Bahan penutup atap.

Jika penutup atap berat maka konstruksi akan menerima beban yang besar, sehingga profil-profil yang digunakan akan besar, jadi konstruksi menjadi berat.

- Bentang kuda-kuda.

Jika jarak bentang kuda-kuda (L) besar, berarti konstruksi akan menerima beban yang besar, baik berat sendiri maupun beban angin dengan demikian konstruksi menjadi berat.

- Bentang gording.

Jika penempatan kuda-kuda yang terlalu renggang atau dengan kata lain bentang gording besar sehingga konstruksi menerima beban yang besar, dengan demikian konstruksi menjadi berat.

b. Beban tak terduga.

Beban tak terduga ini, diperuntukkan bagi seorang atau beberapa orang yang sewaktu-waktu melakukan perbaikan atau pemeliharaan. Beban ini diperhitungkan sebesar 100 kg.

c. Beban angin.

Akibat hembusan angin yang mengenai bidang atas dari atap akan memberikan tekanan pada atap tersebut.

Tekanan angin ini bekerja tegak lurus terhadap bidang yang dipandang. Tekanan angin yang bekerja terhadap -

suatu konstruksi kap harus dikalikan dengan suatu koefisien yang bergantung terhadap sifat angin yang bekerja terhadap konstruksi kap. Kalau angin tersebut menghembus yang memberikan tekanan, maka koefisiennya adalah positif dan sebaliknya kalau menghisap maka koefisiennya adalah negatif. Besarnya koefisien ini dipengaruhi oleh keadaan bangunan. Jikalau gedung tertutup, koefisien anginnya adalah sebagai berikut :

- Koefisien angin tekan. #)

$\alpha < 65^\circ$ (+0,02 α - 0,4)

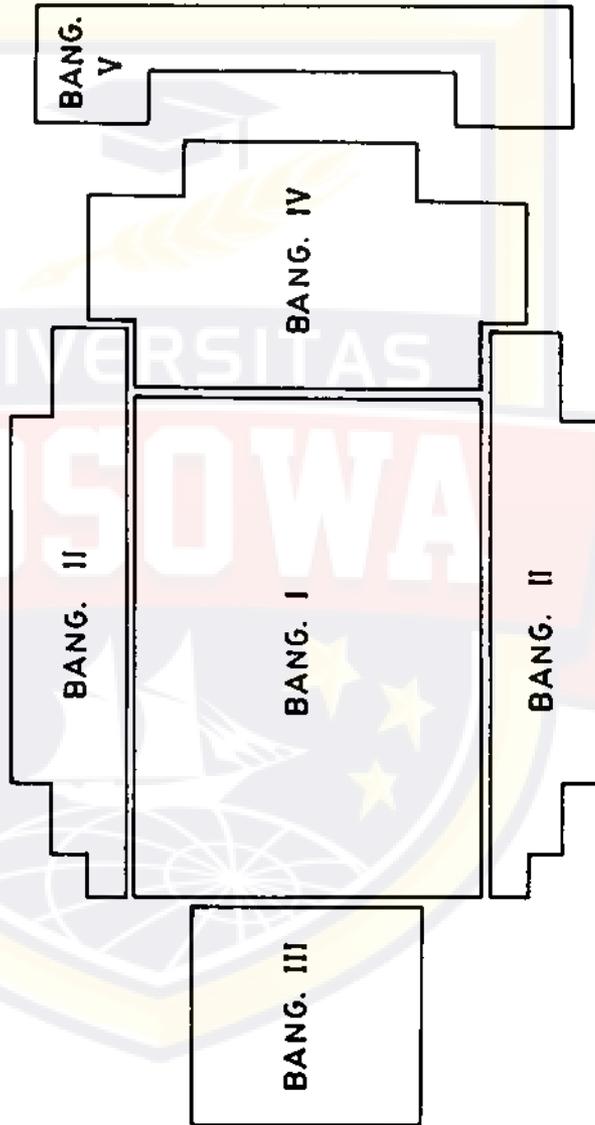
$65^\circ < \alpha < 90^\circ$ (+0,9)

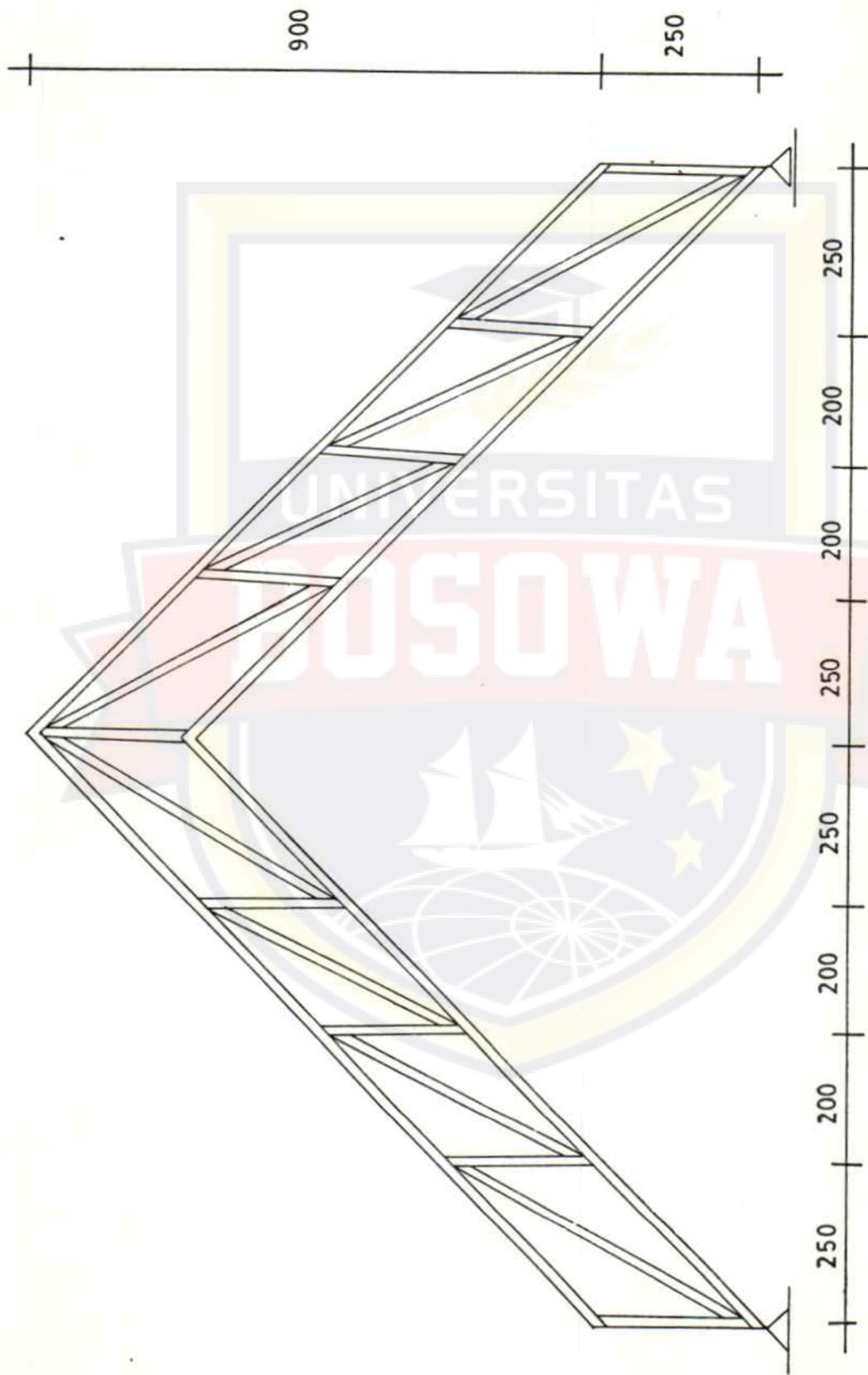
- Koefisien angin hisap. #)

Untuk semua harga α ... (-0,4)

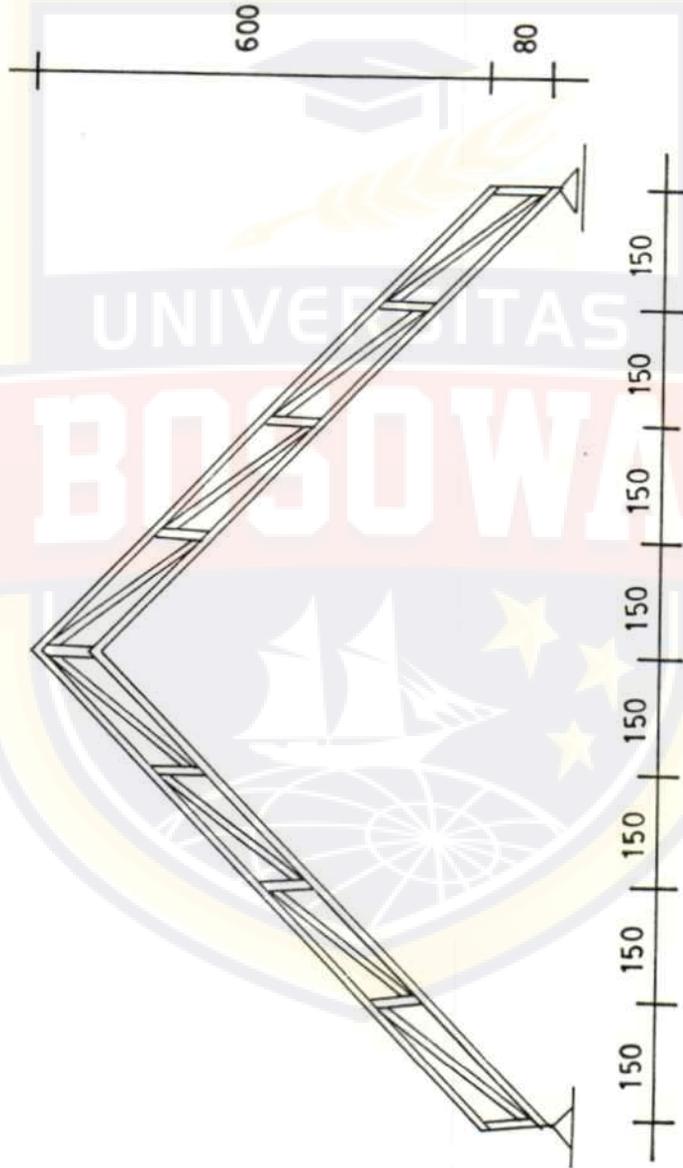
#) Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.

SITE PLAN
KOMPLEKS KANTOR D.P.R.D.
KABUPATEN MAMUJU

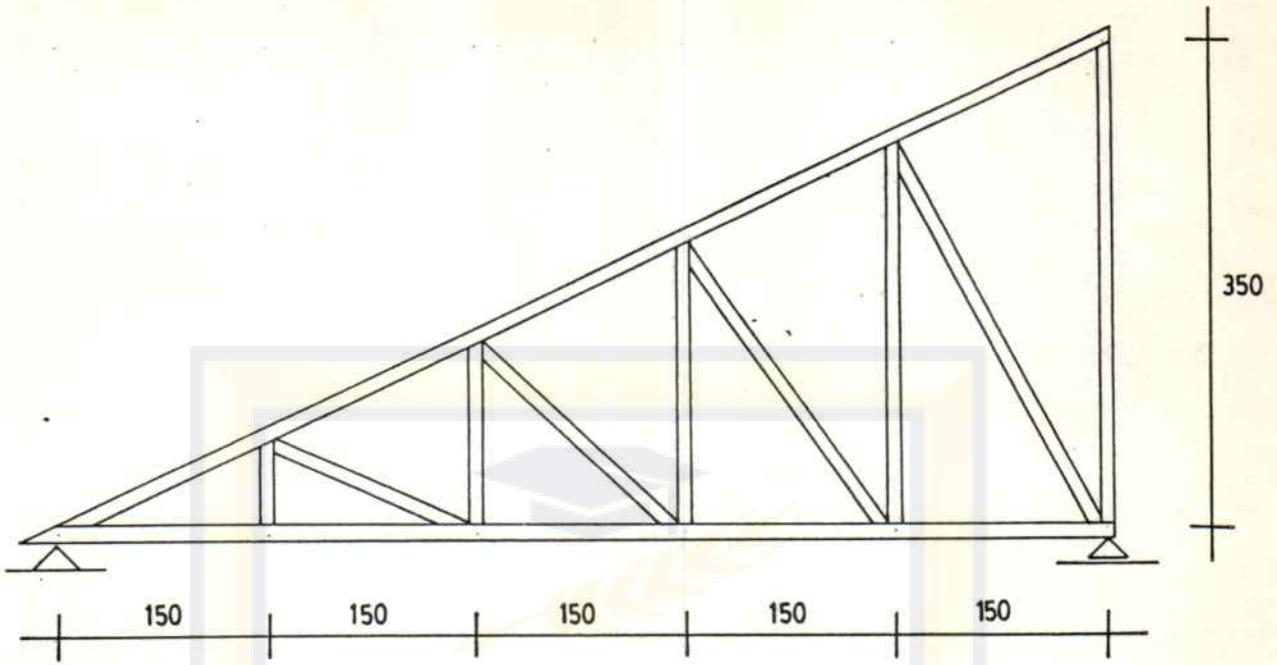




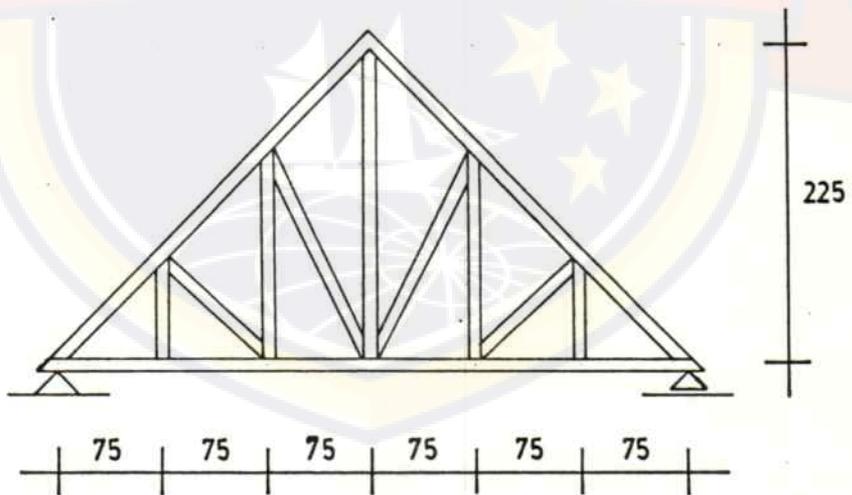
KAP BANGUNAN I (utama)



KAP BANGUNAN III&IV



KAP BANGUNAN II (sayap)



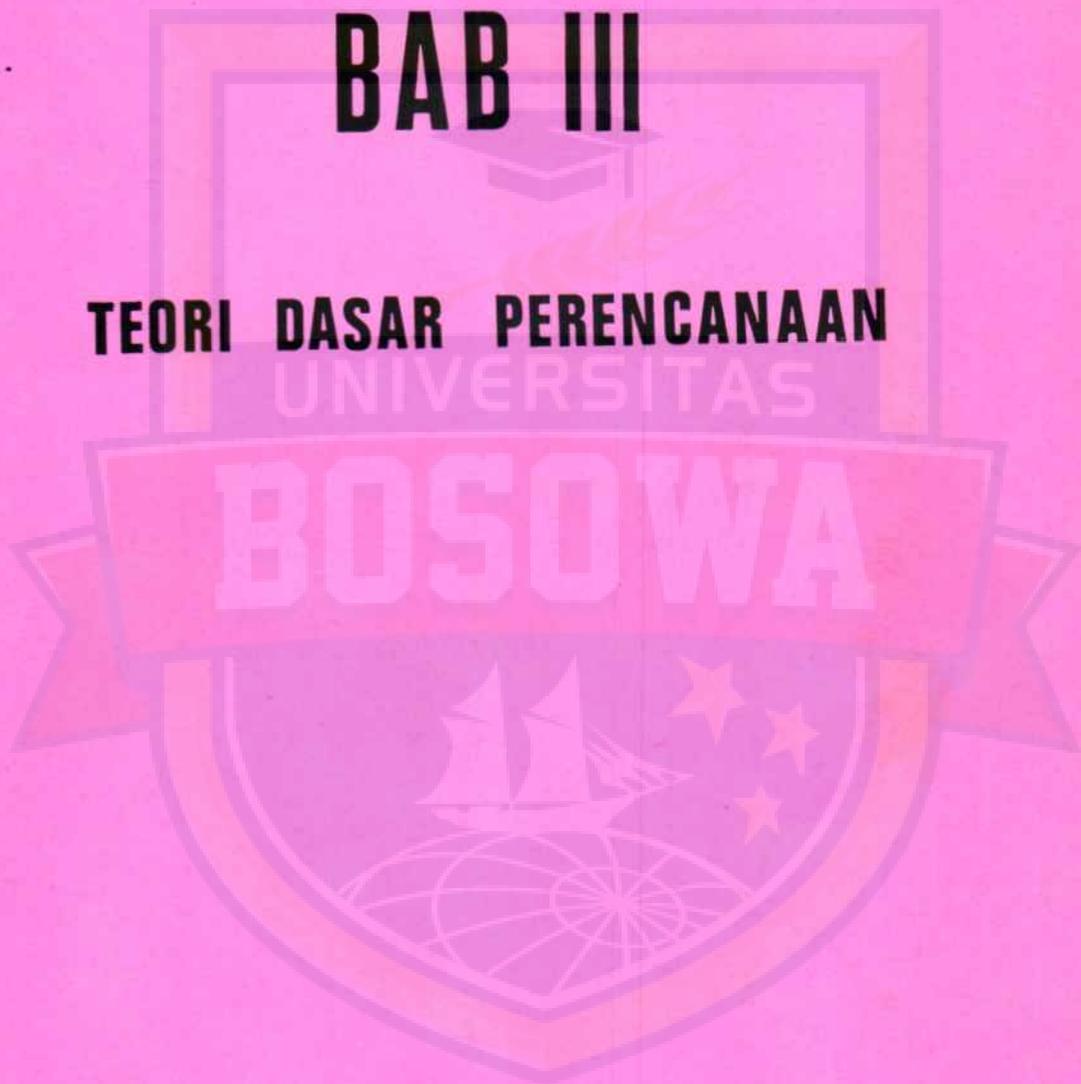
KAP BANGUNAN V (utara)

BAB III

TEORI DASAR PERENCANAAN

UNIVERSITAS

BOSOWA



BAB III

TEORI DASAR PERENCANAAN

3.1. Umum

Konstruksi kap adalah bahagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai pendukung/pemikul dari pada pelindung yaitu atap. Atap sebagai pelindung antara lain berfungsi sebagai :

a. Perisai yang menangkis radiasi panas dari matahari.

Oleh sebab itu atap harus diusahakan merefleksi panas yang diterima sehingga radiasi matahari dapat tertahan sebagian dan tidak masuk ke dalam ruangan yang dilindungi. Ini sangat berhubungan dengan sifat daya penghantar panas dari bahan atap yang dipakai. Diusahakan agar terdapat pergantian udara yang telah panas dengan jalan membuat ventilasi udara yang sepadan.

b. Pelindung terhadap curah hujan.

Untuk memberikan kepada perencana mengenai pertimbangan dalam hal bentuk serta bahan dari konstruksi yang akan digunakan, maka kiranya perlu mengadakan pemilihan mengenai material kap. Pemilihan material kap tergantung dari sifat dan tujuan bangunannya yang akan dibuat, apakah bangunan itu untuk perumahan, gedung, pabrik, gudang, kantor, dan lain-lain sebagainya.

Dari ukuran bangunan akan diperoleh secara teoritis jarak bentang kap atau bentang kuda-kuda, demikian pu-

la pembagian jarak dari kuda-kuda. Dalam hal ini konstruksi kap dapat dibuat dari bahan-bahan kayu, baja, dan beton bertulang. Pemilihan dari tiap jenis bahan yang digunakan itu masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian. Untuk kap yang direncanakan di sini, digunakan material dari baja.

3.2. Perhitungan Gording

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

a. Berat penutup atap.

Berat penutup atap yang dipikul oleh sebuah gording adalah berat bidang atap dari separuh jarak gording terhadap kedua belah pihak.

b. Beban angin.

Beban angin diperhitungkan sebagai beban yang diterima oleh bidang atap.

c. Berat sendiri gording.

Berat sendiri gording diambil dari berat profil yang digunakan tergantung dari berat atap serta bentang gording itu sendiri.

d. Beban tak terduga.

Beban tak terduga ini diperhitungkan sebesar 100 kg yang bekerja di tengah-tengah bentang gording.

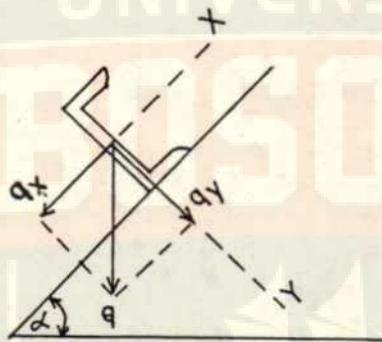
Beban-beban a, b, dan c merupakan beban terbagi rata, sedangkan beban d merupakan beban terpusat/titik. Kombinasi pembebanan $a + b + c + d$ akan memberikan pem-

bebanan yang paling besar, beban inilah yang akan menentukan ukuran gording.

Gording dipasang di atas rusuk kap/kuda-kuda yang mengikuti miringnya bidang atap, sehingga sumbu-sumbu dari profil gording menjadi :

- Sumbu X sejajar dengan bidang atap.
- Sumbu Y tegak lurus dengan bidang atap.

Selanjutnya semua peninjauan harus berdasarkan sumbu-sumbu tersebut.



Gambar : 3.2.1

- Bila beban terbagi rata, maka :

$$q_x = q \sin \alpha \quad \text{dan} \quad q_y = q \cos \alpha$$

..... (3.2.1)

sehingga:

$$M_x = 1/8 q_y \cdot L^2 \quad \text{dan} \quad M_y = 1/8 q_x \cdot L^2$$

..... (3.2.2)

- Bila beban terpusat/beban titik, maka :

$$P_x = P \sin \alpha \quad \text{dan} \quad P_y = P \cos \alpha$$

..... (3.2.3)

sehingga:

$$M_x = 1/4 P_y \cdot L \quad \text{dan} \quad M_y = 1/4 P_x \cdot L$$

..... (3.2.4)

Untuk M_x dan M_y adalah momen terbesar yang terjadi pada gording akibat kombinasi pembebanan $a + b + c + d$.

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

..... (3.2.5)

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$\sigma_{ytd} = \sigma_x + \sigma_y \leq \bar{\sigma}$$

..... (3.2.6)

Kontrol terhadap lendutan yang terjadi :

- Akibat beban terbagi rata q :

$$f = \frac{5 q \cdot L^4}{384 EI}$$

..... (3.2.7)

sehingga:

$$f_x = \frac{5 q_y \cdot L^4}{384 EI_x} \quad \text{dan} \quad f_y = \frac{5 q_x \cdot L^4}{384 EI_y}$$

..... (3.2.8)

- Akibat beban terpusat P :

$$f = \frac{P \cdot L^3}{48 EI}$$

..... (3.2.9)

sehingga:

$$f_x = \frac{P_y \cdot L^3}{48 EI_x} \quad \text{dan} \quad f_y = \frac{P_x \cdot L^3}{48 EI_y}$$

..... (3.2.10)

$$f_{ytd} = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} \leq f_{max} \dots (3.2.11)$$

dimana:

$$f_{max} = 1/300 \cdot L \dots (3.2.12)$$

3.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang pada Rangka Kap

Untuk menghitung gaya-gaya batang yang terjadi pada konstruksi kap dipakai metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung. Adapun beban-beban yang dipikul adalah :

1. Berat sendiri.
2. Beban tak terduga.
3. Beban angin.

Dari kombinasi gaya-gaya batang tersebut, akan memberikan gaya-gaya batang yang paling besar merupakan gaya tekan atau gaya tarik.

Prinsip dasar perhitungan gaya-gaya batang dengan metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung adalah sebagai berikut :

Rumus Umum :

$$\{ Q \} = [K] \{ D \} \dots (3.3.1)$$

$$\{ Q_s \} = [K_s] \{ D_s \} \dots (3.3.2)$$

atau:

$$\{ D_s \} = [K_s]^{-1} \{ Q_s \} \dots (3.3.3)$$

Untuk mencari gaya-gaya dalam, dibuat persamaan di bawah ini :

$$\{D_i\} = [T] \{D_s\} \dots\dots\dots (3.3.4)$$

dan

$$\{Q_i\} = [K_i] \{D_i\} \dots\dots\dots (3.3.5)$$

dimana: $\{Q\}$ = Matriks gaya.

$[K]$ = Matriks kekakuan.

$\{D\}$ = Matriks lendutan.

$\{Q_s\}$ = Matriks gaya struktural.

$[K_s]$ = Matriks kekakuan struktural.

$\{D_s\}$ = Matriks lendutan struktural.

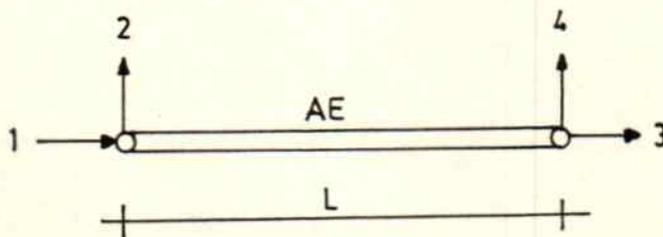
$\{Q_i\}$ = Matriks gaya yang bekerja pada ujung elemen dalam sistim lokal.

$[K_i]$ = Matriks kekakuan elemen dalam sistim lokal.

$\{D_i\}$ = Matriks lendutan elemen dalam sistim koordinat lokal.

$[T]$ = Matriks transformasi.

Atau lebih lanjut dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar: 3.3.1

Dengan melihat gambar 3.3.1 menunjukkan satu elemen rangka batang yang merupakan batang lurus dengan panjang L dan kekakuan batang AE dengan dua vektor bebas pada tiap titik ujungnya. Sesuai dengan sifat dari rangka batang, maka dianggap elemen batangnya tidak akan menderita bekerjanya gaya momen atau lintang, melainkan hanya menderita bekerjanya gaya normal saja.

Dari hasil penurunan rumus matriks kekakuan, maka dapat dituliskan matriks kekakuan elemen batang dari konstruksi rangka batang sebagai berikut :

$$[K_1] = \begin{bmatrix} \frac{AE}{L} & 0 & -\frac{AE}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{AE}{L} & 0 & \frac{AE}{L} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

1
2
3
4

..... (3.3.6)

Demikian halnya dengan matriks transformasi untuk elemen batang pada konstruksi rangka batang datar dapat dituliskan sebagai berikut :

$$[T] = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \alpha & \sin \alpha \\ 0 & 0 & -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ \dots \end{matrix} \quad (3.3.7)$$

Dengan demikian dapat diturunkan matriks kekakuan elemen batang yang mengikuti sistim koordinat struktur :

$$[K_s] = [T]^T [K_i] [T] \dots \dots \dots (3.3.8)$$

atau :

$$[K_s] = \frac{AE}{L} \begin{bmatrix} \cos^2 \alpha & \cos \alpha \sin \alpha & -\cos^2 \alpha & -\cos \alpha \sin \alpha \\ \cos \alpha \sin \alpha & \sin^2 \alpha & -\cos \alpha \sin \alpha & -\sin^2 \alpha \\ -\cos^2 \alpha & -\cos \alpha \sin \alpha & \cos^2 \alpha & \cos \alpha \sin \alpha \\ -\cos \alpha \sin \alpha & -\sin^2 \alpha & \cos \alpha \sin \alpha & \sin^2 \alpha \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ \dots \end{matrix} \quad (3.3.9)$$

Jadi langkah kerja perhitungan rangka batang dengan cara metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung adalah :

- a. Menentukan vektor gaya lendutan di titik diskrit yang sesuai dengan koordinat struktur.
- b. Menghitung sudut transformasi tiap elemen batang.
- c. Setelah mendapatkan hasil sudut transformasi tiap-tiap elemen batang, lalu memasukkan ke dalam perhitungan matriks kekakuan elemen batang sistim koordinat struktur $[K_s]$ untuk setiap masing-masing batang sesuai dengan arah koordinat lokalnya.
- d. Dari hasil c di atas, untuk semua batang dibuat suatu matriks superposisi guna mendapatkan satu matriks kekakuan struktur.
- e. Selanjutnya dilakukan partisi pada vektor di titik bebas dan vektor di perletakan, seperti di bawah ini :

$$[K_s] = \begin{bmatrix} K_{ff} & | & K_{fb} \\ \hline K_{bf} & | & K_{bb} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (3.3.10)$$

Sebagaimana telah diuraikan pada persamaan 3.3.1 :

$$\{Q\} = [K] \{D\}$$

Oleh karena lendutan diperletakan umumnya sama dengan nol, maka lendutan dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu vektor lendutan pada titik bebas $\{D_f\}$ dan vektor lendutan di perletakan yang nilainya sama dengan nol atau $\{D_b\} = 0$.

$$\{D\} = \left\{ \begin{array}{c} D_f \\ \hline D_b \end{array} \right\} \dots\dots\dots (3.3.11)$$

dimana: $\{D_f\}$ adalah lendutan pada titik bebas.

$\{D_b\}$ adalah lendutan di perletakan, yang nilainya sama dengan nol.

Demikian halnya dengan matriks gaya yang koresponding dengan $\{D_f\}$ dan $\{D_b\}$, yaitu :

$$\{Q\} = \begin{Bmatrix} Q_f \\ Q_b \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (3.3.12)$$

Dengan demikian, maka persamaan tersebut di atas dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{Bmatrix} Q_f \\ Q_b \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{ff} & K_{fb} \\ K_{bf} & K_{bb} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_f \\ D_b \end{Bmatrix} \dots\dots\dots (3.3.13)$$

Persamaan di atas dapat diekspansikan menjadi :

$$\{Q_f\} = [K_{ff}] \{D_f\} + [K_{fb}] \{D_b\} \dots\dots\dots (3.3.14)$$

$$\{Q_b\} = [K_{bf}] \{D_f\} + [K_{bb}] \{D_b\} \dots\dots\dots (3.3.15)$$

mengingat $\{D_b\} = 0$

Maka persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi :

$$\{Q_f\} = [K_{ff}] \{D_f\} \Leftrightarrow \{Q_s\} = [K_s] \{D_s\} \dots\dots\dots (3.3.16)$$

atau :

$$\{D_f\} = [K_{ff}]^{-1} \{Q_f\} \Leftrightarrow \{D_s\} = [K_s]^{-1} \{Q_s\} \dots\dots\dots (3.3.17)$$

dimana: $\{Q_f\}$ adalah gaya-gaya luar yang bekerja pada titik bebas.

$\{K_{ff}\}$ adalah matriks kekakuan di titik bebas.

Dan $\{Q_b\} = [K_{bf}] \{D_f\} \dots\dots\dots (3.3.18)$

dimana: $\{Q_b\}$ adalah gaya-gaya reaksi yang bekerja pada perletakan.

$[K_{bf}]$ adalah matriks kekakuan pada perletakan.

Dari gaya-gaya reaksi perletakan di atas, belum merupakan reaksi sebenarnya, tetapi masih harus dikurangi dengan gaya-gaya yang langsung diterima oleh perletakan sebagai gaya aksi untuk mendapatkan reaksi yang sebenarnya.

- f. Menghitung matriks lendutan lokal $\{D_i\}$, yang hasilnya diperoleh dari perkalian antara matriks transformasi $[T]$ dengan matriks lendutan struktural $\{D_s\}$ yang didapat dari hasil e.
- g. Dan selanjutnya dapat dihitung matriks gaya yang bekerja pada ujung elemen dalam sistim lokal $\{Q_i\}$, yang hasilnya diperoleh dari perkalian antara matriks kekakuan elemen dalam sistim lokal $[K_i]$ dengan matriks lendutan lokal $\{D_i\}$.

3.4. Mendimensi Batang

Yang dimaksud dengan mendimensi batang ialah menghitung atau menetapkan ukuran batang-batang yang digunakan pada konstruksi berdasarkan besar dan sifat gaya-gaya yang bekerja pada bentang batang yang bersangkutan, apa-

kah itu merupakan batang tarik atau batang tekan.

Dari daftar gaya-gaya batang, dapat dilihat besarnya gaya batang tarik atau tekan yang paling maksimum dari batang yang bersangkutan. Berdasarkan gaya tersebut ditetapkanlah ukuran profil/batang yang akan digunakan.

Biasanya untuk satu klasifikasi batang, misalnya batang pinggir atas, digunakan satu macam profil untuk seluruh batang-batang yang bersangkutan, walaupun besarnya gaya-gaya batang pada batang-batang tersebut tidak sama. Jadi ukuran profil yang akan digunakan berdasarkan gaya batang yang paling besar dari klasifikasi tersebut.

Batang Tarik.

Suatu batang dikatakan batang tarik, apabila pada batang itu menerima gaya tarik yang terbesar.

Pada batang tarik akibat lubang-lubang sambungan (paku keling atau baut) perlu diperhitungkan, sebab akan mengakibatkan perlemahan pada profil batang. Dengan demikian luas penampang yang bekerja adalah luas bersih (F_{netto}). Walaupun lubang sambungan telah terisi dengan paku keling atau baut, tetap tidak akan menahan gaya tarik. Juga yang menentukan menahan gaya tarik untuk sesuatu profil adalah tegangan tarik yang diizinkan ($\bar{\sigma}_t$).

Jadi sebuah profil akan menerima gaya tarik sebesar :

$$P = F_{\text{netto}} \cdot \bar{\sigma}_t \quad \dots\dots\dots (3.4.1)$$

dimana: P = Gaya tarik yang dapat diterima oleh profil (kg).

F_{netto} = Luas penampang bersih dari profil (cm²).

$\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan (kg/cm²).

Selanjutnya tegangan tarik yang terjadi pada sebuah profil yang menerima gaya tarik P, adalah :

$$\sigma_{ytd} = P/F_{netto} \leq \bar{\sigma}_t \quad \dots\dots\dots (3.4.2)$$

Pada konstruksi rangka batang, akibat perlemahan lubang sambungan dapat diambil pendekatan :

$$F_{netto} = 0,8 F_{bruto} \quad \dots\dots\dots (3.4.3)$$

sehingga:

$$P = 0,8 F_{bruto} \cdot \sigma_{ytd} \quad \dots\dots\dots (3.4.4)$$

atau:

$$\sigma_{ytd} = \frac{P}{0,8 F_{bruto}} \quad \dots\dots\dots (3.4.5)$$

Batang Tekan.

Dikatakan batang tekan, apabila batang itu menerima gaya tekan yang paling maksimum.

Pada batang tekan, perlemahan akibat lubang-lubang sambungan tidak dipersoalkan. Jadi keseluruhan penampang profil dianggap bekerja, sehingga luas penampang dalam perhitungan batang yang menerima gaya tekan adalah luas kotor (F_{bruto}).

Jadi sebuah batang akan dapat menerima gaya tekan sebesar :

$$P = F_{\text{bruto}} \cdot \bar{\sigma}_d \quad \dots \dots \dots (3.4.6)$$

dimana: P = Gaya tekan yang dapat diterima oleh profil (kg).

F_{bruto} = Luas penampang kotor dari profil (cm^2).

$\bar{\sigma}_d$ = Tegangan tekan yang diizinkan (kg/cm^2).

Selanjutnya tegangan tekan yang terjadi pada sebuah profil yang menerima gaya tekan P , adalah :

$$\sigma_{ytd} = P/F_{\text{bruto}} \leq \bar{\sigma}_d \quad \dots \dots \dots (3.4.7)$$

Pada batang tekan, suatu hal yang perlu mendapat perhatian adalah kemungkinan adanya bahaya tekuk.

Hal ini terjadi karena :

- Batang tidak lurus betul, disebabkan oleh pengaruh pengangkutan dan lain sebagainya.
- Kurang teliti dalam penyetelan waktu pemasangan, sehingga terjadi eksentrisitet meskipun hanya kecil sekali. Akibat eksentrisitet ini akan timbul momen luar (M_l) yang disebabkan oleh beban yang bekerja.

Momen luar ini akan mengakibatkan batang melengkung yang lama-kelamaan akan bertambah besar, karena pelengkungan yang bertambah besar ini akan menambah juga besarnya momen luar, sebaliknya di dalam batang sendiri akan timbul momen dalam (M_d) yang lama-kelamaan bertambah besar pula sesuai dengan besarnya pertambahan momen luar.

Jika momen dalam batang (M_d) lebih kecil dari momen luar (M_l), maka akan terjadi pelengkungan pada batang.



Pada pembebanan bilamana terjadi keseimbangan antara momen luar dengan momen dalam ($M_l = M_d$), maka pembebanan itu disebut Beban Kritis (P_{kr}). Besarnya P_{kr} ini dipengaruhi oleh besarnya kelangsingan batang (λ), jadi:

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{min}} \quad *) \quad \dots\dots\dots (3.4.8)$$

dimana:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}} \quad *) \quad \dots\dots\dots (3.4.9)$$

Di atas suatu harga batas tertentu λ , maka untuk besarnya beban tekuk berlaku rumus yang diturunkan oleh Euler :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{L_k^2} \quad *) \quad \dots\dots\dots (3.4.10)$$

$$\text{Apabila : } I_{min} = i_{min}^2 \cdot F \quad \dots\dots\dots (3.4.11)$$

$$L_k^2 = \lambda^2 \cdot i_{min}^2 \quad \dots\dots\dots (3.4.12)$$

maka :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot i_{min}^2 \cdot F}{\lambda^2 \cdot i_{min}^2} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot F}{\lambda^2} \quad \dots\dots\dots (3.4.13)$$

$$\text{Apabila : } P_{kr} = F \cdot \sigma_{kr} \quad \dots\dots\dots (3.4.14)$$

maka :

$$\sigma_{kr} = \frac{P_{kr}}{F} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot F}{\lambda^2 \cdot F} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} \quad \dots\dots\dots (3.4.15)$$

*) Ir. A.P.Potma dan Ir. J.E.De Vries, Konstruksi Baja, Teori Perhitungan dan Pelaksanaan, hal. 91.

dimana: $P_{kr} = P_{tekuk}$ dan $\bar{V}_{kr} = \bar{V}_{tekuk}$

Oleh karena π , E, dan F adalah tetap atau konstan, maka besarnya P_{kr} dan \bar{V}_{kr} tergantung dari besarnya angka ke-langsingan λ .

Rumus Euler yang tersebut di atas, dibuat dengan anggapan bahwa perpanjangan atau perpendekan batang ber-banding lurus dengan naiknya tegangan (Hukum Hooke). Hukum Hooke berlaku apabila besarnya tegangan hanya sam-pai pada batas perbandingan seharga (batas proportio). Agar supaya konstruksi menjadi aman, maka dalam perhitu-ngan terhadap tekuk perlu diberi angka keamanan (n). Jadi supaya batang dapat dengan aman menahan beban, \bar{V}_{tekuk} harus dibagi dengan angka keamanan (n).

Selanjutnya rumus Euler menjadi :

$$P = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{n \cdot L_k^2} \quad *) \quad \dots \dots \dots (3.4.16)$$

$$I_{min} = \frac{n \cdot P \cdot L_k^2}{\pi^2 \cdot E} \quad *) \quad \dots \dots \dots (3.4.17)$$

dimana: E = Modulus elastisitas baja (kg/cm²).

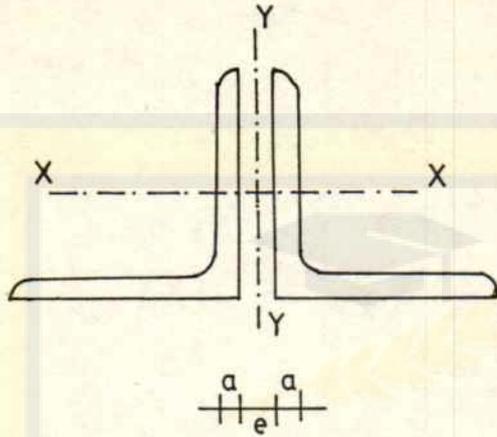
P = Beban sentris (ton).

L_k = Panjang tekuk (m).

n = Angka keamanan yang telah ditetapkan dalam normalisasi.

*) Ibid., hal. 93.

Kontrol Terhadap Tekuk.



Gambar: 3.4.1

Untuk sumbu lewat bahan X - X :

$$\lambda_x = \frac{L_{tk}}{i_{min}} \dots\dots\dots (3.4.18)$$

Setelah λ_x diketahui, maka nilai α_x dapat diketahui pula dengan melihat pada daftar tabel profil.

$$\bar{\sigma}_x = \alpha_x \cdot \bar{\sigma} \dots\dots\dots (3.4.19)$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{max}}{F_{tot}} \dots\dots\dots (3.4.20)$$

dimana: $\sigma_{ytd} \leq \bar{\sigma}_x$

Untuk sumbu bebas bahan Y - Y :

$$I_y = 2 (I_y \text{ profil} + F (\frac{1}{2}h)^2) \dots\dots\dots (3.4.21)$$

dimana:

$$h = 2 e + a \dots\dots\dots (3.4.22)$$

$$i_{y \text{ fik}} = \sqrt{\frac{0,9 I_y}{F_{\text{tot}}}} \quad *) \quad \dots\dots\dots (3.4.23)$$

$$\lambda_{y \text{ fik}} = \frac{L_{\text{tk}}}{i_{y \text{ fik}}} \quad *) \quad \dots\dots\dots (3.4.24)$$

Setelah $\lambda_{y \text{ fik}}$ diketahui, maka nilai $\alpha_{y \text{ fik}}$ dapat diketahui pula dengan melihat pada tabel profil.

$$\text{Ambil : } \alpha \gg \frac{\alpha_x}{\alpha_{y \text{ fik}}} \quad \dots\dots\dots (3.4.25)$$

Kemudian nilai λ dapat diperoleh pada tabel profil.

$$\text{Panjang tiap medan} = \lambda_x \cdot i_{\text{min}} \quad \dots\dots\dots (3.4.26)$$

$$\text{Banyaknya medan} = \frac{L_{\text{tk}}}{\text{panjang tiap medan}} \quad \dots\dots\dots (3.4.27)$$

Jarak pelat koppel dengan tepi batang :

$$L_n = \frac{L_{\text{tk}}}{\text{banyaknya medan}} \quad \dots\dots\dots (3.4.28)$$

$$\lambda_y = \frac{L_n}{i_{\text{min}}} \quad \dots\dots \alpha_y \quad (\text{diperoleh pada tabel profil}) \quad \dots\dots\dots (3.4.29)$$

$$\bar{\sigma}_{\text{tk}} = \alpha_{y \text{ fik}} \cdot \alpha_y \cdot \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (3.4.30)$$

$$\bar{\sigma}_{\text{ytd}} = \frac{P_{\text{max}}}{F_{\text{tot}}} < \bar{\sigma}_{\text{tk}} \quad \dots\dots\dots (3.4.31)$$

*) Ibid., hal. 99.

Untuk mencapai suatu batang tekan yang ideal, maka pemakaian profil majemuk atau tersusun adalah paling tepat dan paling baik. Profil majemuk atau tersusun terdiri dari dua atau lebih profil tunggal yang disusun simetris dengan jarak tertentu. Dengan mengatur jarak dari profil-profil tersebut, akan diperoleh momen kelembaman yang dikehendaki. Profil tersusun dapat dibentuk dari profil-profil kecil dan ringan, tetapi dapat menghasilkan momen kelembaman yang besar.

Agar terjadi kerja sama diantara profil tunggal dari profil tersusun itu, maka pada tempat-tempat tertentu dihubungkan satu sama lain dengan pelat koppel.

Pelat koppel ini berguna untuk :

- Menjamin kerja sama serta keutuhan bentuk dari profil tersusun.
- Mencegah timbulnya pelengkungan dan pergeseran dalam arah memanjang satu sama lain profil tunggal pada waktu terjadi tekuk.
- Memperpendek panjang tekuk dari profil tunggal.

Menghitung Plat Koppel.

Hitung besarnya gaya lintang :

$$D = 0,015 P \quad \dots\dots\dots (3.4.32)$$

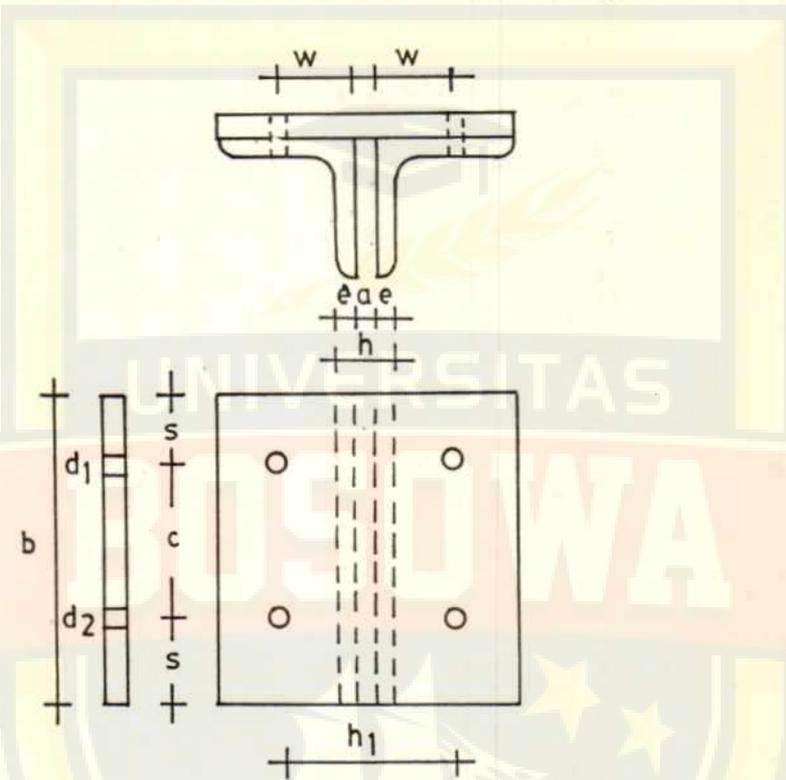
$$L \cdot h = D \cdot L_n \quad \dots\dots\dots (3.4.33)$$

dimana: L = Gaya memanjang sejajar dengan sumbu profil.

h = Jarak antara titik berat penampang.

$$= 2 e + a$$

- e = Jarak titik berat profil.
- a = Tebal pengikat.
- L_n = Jarak pelat koppel dengan tepi batang.



Gambar: 3.4.2

Apabila pelat koppel dalam keadaan seimbang, maka :

$$N \cdot c = L \cdot h_1 \dots\dots\dots (3.4.34)$$

$$N = \frac{L \cdot h_1}{c}$$

Jika pada pelat koppel diikat dengan dua buah baut, maka untuk setiap satu profil menerima gaya sebesar :

$$\frac{1}{2}L \quad \text{dan} \quad \frac{1}{2}N$$

sehingga :

$$R = \sqrt{\left(\frac{1}{2}L\right)^2 + \left(\frac{1}{2}N\right)^2} \dots\dots\dots (3.4.35)$$

Menghitung Kekuatan Baut.

a. Terhadap geser.

$$\tau_{ytd} = \frac{R}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2} \dots\dots\dots (3.4.36)$$

$$\bar{\tau}_{geser} = 0,6 \cdot \bar{\sigma} \dots\dots\dots (3.4.37)$$

Dengan syarat : $\tau_{ytd} < \bar{\tau}_{geser}$

b. Terhadap melesak.

$$\sigma_m \text{ ytd} = \frac{R}{t \cdot d} \dots\dots\dots (3.4.38)$$

$$\bar{\sigma}_m = 1,5 \cdot \bar{\sigma} \dots\dots\dots (3.4.39)$$

Dengan syarat : $\sigma_m \text{ ytd} < \bar{\sigma}_m$

Menghitung Kekuatan Pelat Koppel.

$$F_{netto} = t \cdot b - 2 t \cdot d \dots\dots\dots (3.4.40)$$

$$I_{bruto} = I_{pelat} = 1/12 \cdot t \cdot b^3 \dots\dots (3.4.41)$$

$$I_{lubang} = 2 (F_d)^2 \cdot X^2 \dots\dots\dots (3.4.42)$$

dimana: F_d = Luas penampang lubang.

$$F_d = d \cdot t \quad (\text{cm}^2) \dots\dots\dots (3.4.43)$$

$$I_{netto} = I_{bruto} - I_{lubang} \quad (\text{cm}^4) \dots\dots (3.4.44)$$

$$W_{netto} = \frac{I_{netto}}{\frac{1}{2}b} \quad (\text{cm}^3) \dots\dots\dots (3.4.45)$$

a. Terhadap geser.

$$\tau_{geser} = \frac{L}{F_{netto}} \dots\dots\dots (3.4.46)$$

$$\tau_{max} = 3/2 \cdot \tau_{geser} \dots\dots\dots (3.4.47)$$

$$\bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,6 \cdot \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (3.4.48)$$

Dengan syarat : $\tau_{\text{max}} < \bar{\tau}_{\text{geser}}$

b. Terhadap momen.

$$M = \frac{1}{2} \cdot N \cdot c \quad \dots\dots\dots (3.4.49)$$

$$\sigma_{\text{ytd}} = \frac{M}{W_{\text{netto}}} \quad \dots\dots\dots (3.4.50)$$

Dengan syarat : $\sigma_{\text{ytd}} < \bar{\sigma}$

3.5 Perhitungan Sambungan

Pada perencanaan kap di sini dipakai sambungan dengan baut, mengingat baut mudah didapatkan di pasaran serta mudah dalam pelaksanaan. Sedangkan untuk sambungan dengan paku keling dan las, biasanya digunakan untuk sambungan yang definitif dan pada konstruksi yang memerlukan kekakuan. Penempatan baut pada suatu konstruksi pada dasarnya adalah sama dengan penempatan paku keling, baik ditinjau dari fungsinya maupun mengenai dasar-dasar perhitungannya. Perhitungan kekuatan sambungan baut berdasarkan atas geseran dan desakan pada dinding lubang. Tegangan-tegangan yang diizinkan untuk baut lebih kecil dari pada tegangan-tegangan yang diizinkan untuk paku keling. Tegangan-tegangan yang diizinkan pada baut :

- Untuk tegangan geser : $\bar{\tau} = 0,6 \bar{\sigma}$
- Untuk tegangan desak : $\bar{\sigma}_s = 1,5 \bar{\sigma}$

Garis tengah baut dalam perhitungan sambungan adalah garis tengah yang sebenarnya, dan bukan garis tengah lubang. Pada perhitungan kekuatan baut yang mendapat gaya tarik, maka yang diperhitungkan adalah diameter ulir dari baut. Jarak antara dua buah baut dalam suatu deretan baut pada suatu konstruksi adalah sama dengan jarak sambungan paku keling, hanya jarak minimumnya untuk baut adalah 3,5 d. Ini untuk memudahkan pekerja melaksanakan penguncian/mengeraskan baut yang saling berdekatan.

3.6. Perhitungan Perletakan

Untuk memudahkan perhitungan perletakan, maka kuda-kuda dianggap tertumpu oleh sebuah sendi dan sebuah rol. Semua gaya-gaya yang bekerja pada bidang atap dijadikan beban terpusat/titik yang bekerja pada titik simpul. Beban P yang langsung bekerja pada perletakan yang paling besar adalah akibat berat sendiri + beban tak terduga. Reaksi perletakan yang paling besar adalah juga akibat berat sendiri + beban tak terduga.

Tekanan dari konstruksi kap diteruskan pada pelat kaki dengan melalui baja sudut kaki. Sedang pada kedua sisi siku-siku dari profil siku yang mendatar diikat dengan baut jangkar. Perhitungan baut jangkar pada sisi datar profil siku adalah :

$$D = R - P$$

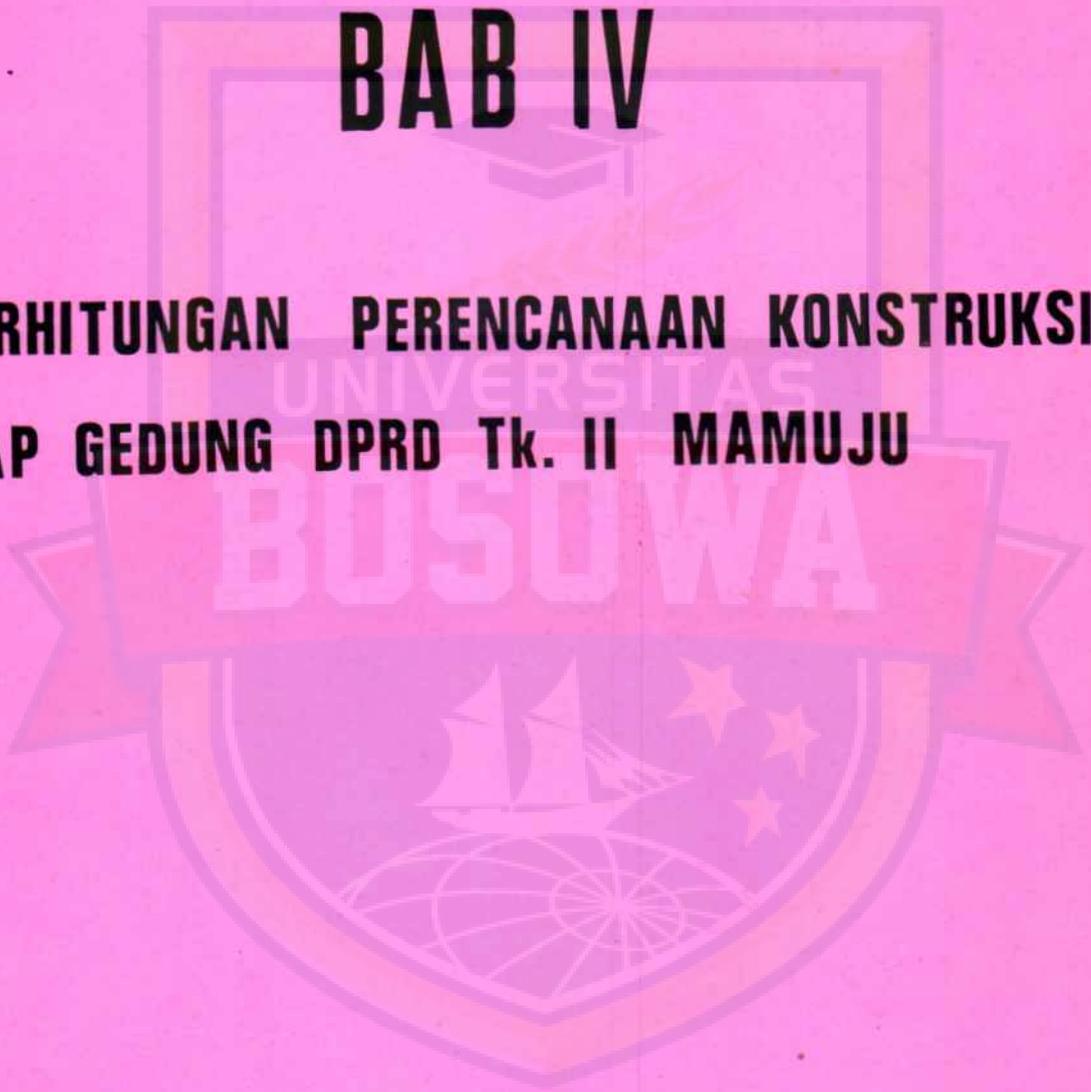
..... (3.6.1)

dimana: D adalah besarnya gaya yang diterima oleh baut jangkar.

BAB IV

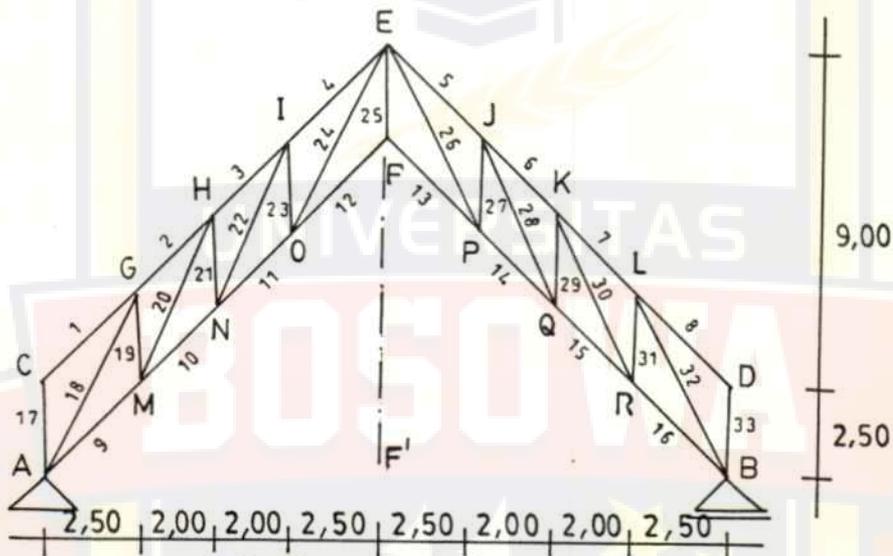
**PERHITUNGAN PERENCANAAN KONSTRUKSI
KAP GEDUNG DPRD Tk. II MAMUJU**

BOSUWA



BAB IV
PERHITUNGAN PERENCANAAN KONSTRUKSI KAP
GEDUNG DPRD TK.II MAMUJU

4.1. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan I
 (Bangunan Utama)



Gambar: 4.1.1

Bentang kap (L) = 18,00 m.

Jarak kap (b) = 2,40 m.

Perhitungan Panjang Batang

- Panjang batang atas dan bawah :

$$L_1, L_4, L_5, L_8, L_9, L_{12}, L_{13}, \text{ dan } L_{16} = \frac{2,50}{\cos 45^\circ}$$

$$= 3,536 \text{ m.}$$

$$L_2, L_3, L_6, L_7, L_{10}, L_{11}, L_{14}, \text{ dan } L_{15} = \frac{2,00}{\cos 45^\circ}$$

$$= 2,828 \text{ m.}$$

- Panjang batang diagonal :

$$L_{18}, L_{24}, L_{26}, \text{ dan } L_{32} = \sqrt{(2,50)^2 + (2,50 + 2,50)^2}$$

$$= 5,590 \text{ m.}$$

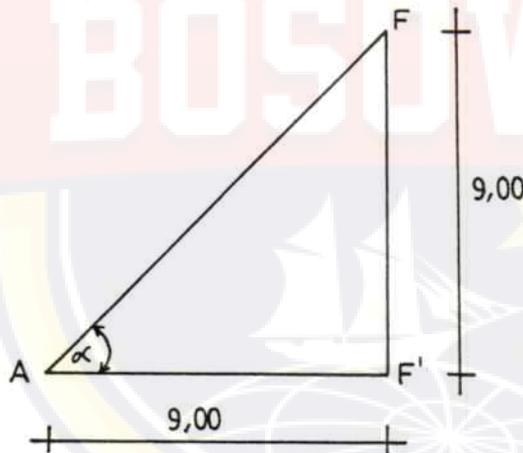
$$L_{20}, L_{22}, L_{28}, \text{ dan } L_{30} = \sqrt{(2,00)^2 + (2,00 + 2,50)^2}$$

$$= 4,924 \text{ m.}$$

- Panjang batang vertikal :

$L_{17}, L_{19}, L_{21}, L_{23}, L_{25}, L_{27}, L_{29}, L_{31}, \text{ dan } L_{33}$ adalah = 2,500 m.

4.1.1. Perhitungan Gording



Gambar: 4.1.2

Setengah bentang kap (AF') = 9,00 m.

Tinggi kap (FF') = 9,00 m.

Jadi kemiringan atap (α) = 45°

$$\text{Panjang AF} = \sqrt{(AF')^2 + (FF')^2}$$

$$= \sqrt{(9,00)^2 + (9,00)^2} = 12,728 \text{ m.}$$

Panjang CE = AF = 12,728 m.

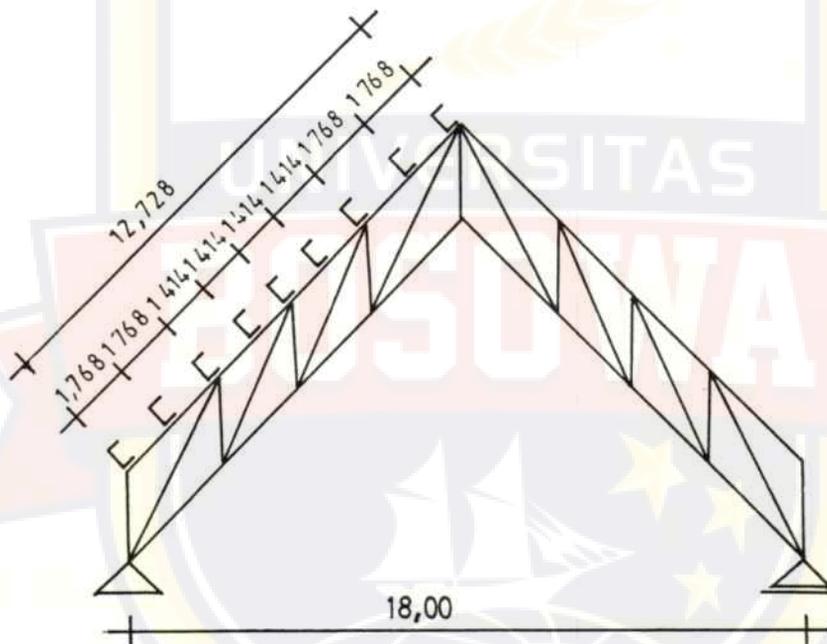
Panjang CG = EI = EJ = DL = 3,536 m.

Jarak gording = $\frac{1}{2} \times 3,536 = 1,768$ m.

Panjang GH = HI = JK = KL = 2,828 m.

Jarak gording = $\frac{1}{2} \times 2,828 = 1,414$ m.

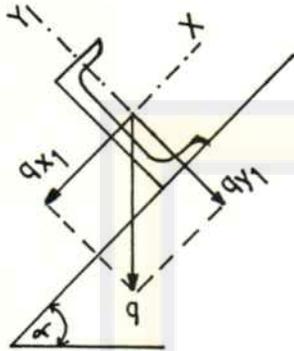
Jadi jarak gording diambil paling besar = 1,768 m.



Gambar: 4.1.3

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

- Berat sendiri.
- Berat atap.
- Beban tak terduga.
- Beban angin.

a. Berat sendiri.

Gambar: 4.1.4

Dipakai profil baja C₁₀

Dari tabel baja diperoleh :

$$I_x = 206 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 29,3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 41,2 \text{ cm}^3$$

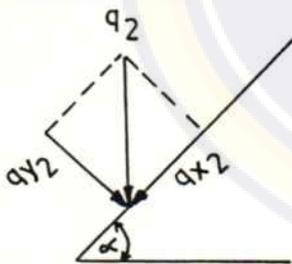
$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$q = 10,6 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_{x1} &= q \sin \alpha \\ &= 10,6 \sin 45^\circ \\ &= 7,4953 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{y1} &= q \cos \alpha \\ &= 10,6 \cos 45^\circ \\ &= 7,4953 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x1} = M_{y1} &= 1/8 \cdot q_{x1} \cdot b^2 \\ &= 1/8 (7,4953) (2,40)^2 = 5,3966 \text{ kg m} \end{aligned}$$

b. Berat atap.

Gambar: 4.1.5

Berat atap genteng beton
adalah 50 kg/m^2

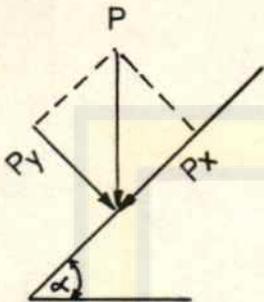
$q_2 = \text{jarak gording} \times \text{berat}$
atap

$$= 1,768 \times 50 = 88,40 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_{x2} &= q_2 \sin \alpha \\ &= 88,40 \sin 45^\circ \\ &= 62,5082 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{y2} &= q_2 \cos \alpha \\ &= 88,40 \cos 45^\circ \\ &= 62,5082 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

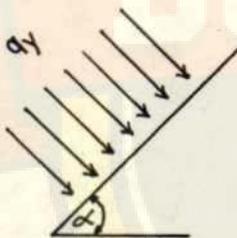
$$\begin{aligned} M_{x2} = M_{y2} &= 1/8 \cdot q_{x2} \cdot b^2 \\ &= 1/8 (62,5082) (2,40)^2 = 45,0059 \text{ kg m} \end{aligned}$$

c. Beban tak terduga.

Gambar: 4.1.6

$$\begin{aligned}
 P &= 100 \text{ kg} \\
 P_x &= P \sin \alpha \\
 &= 100 \sin 45^\circ \\
 &= 70,7107 \text{ kg} \\
 P_y &= P \cos \alpha \\
 &= 100 \cos 45^\circ \\
 &= 70,7107 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x_3} &= M_{y_3} = 1/4 \cdot P_x \cdot b \\
 &= 1/4 (70,7107) (2,40) = 42,4264 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

d. Beban angin.

Gambar: 4.1.7

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien angin :

$$\begin{aligned}
 C &= 0,02 \alpha - 0,4 \\
 &= 0,02 (45) - 0,4 \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$q_x = 0$$

$$\begin{aligned}
 q_y &= C \cdot q_{\text{angin}} \\
 &= 0,5 \times 70,72 \\
 &= 35,36 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 q_{\text{angin}} &= \text{jarak gording} \times \\
 &\quad \text{beban angin} \\
 &= 1,768 \times 40 \\
 &= 70,72 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x_4} &= 1/8 \cdot q_y \cdot b^2 \\
 &= 1/8 (35,36) (2,40)^2 = 25,4592 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$M_{y_4} = 0$$

Kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned} Mx_{total} &= Mx_1 + Mx_2 + Mx_3 + Mx_4 \\ &= 5,3966 + 45,0059 + 42,4264 + 25,4592 \\ &= 118,2881 \text{ kg m} \\ &= 11828,81 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} My_{total} &= My_1 + My_2 + My_3 + My_4 \\ &= 5,3966 + 45,0059 + 42,4264 + 0 \\ &= 92,8289 \text{ kg m} \\ &= 9282,89 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{ytd} &= \frac{Mx_{total}}{W_x} + \frac{My_{total}}{W_y} \\ &= \frac{11828,81}{41,2} + \frac{9282,89}{8,49} \\ &= 1380,50 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots (\text{safe}) \end{aligned}$$

Kontrol lendutan yang terjadi :

a. Akibat beban atap dan berat sendiri.

$$\begin{aligned} Rx_1 &= qx_1 + qx_2 \\ &= 7,4953 + 62,5082 \\ &= 70,0035 \text{ kg/m} = 0,7000 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ry_1 &= qy_1 + qy_2 \\ &= 7,4953 + 62,5082 \\ &= 70,0035 \text{ kg/m} = 0,7000 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$f_{x1} = \frac{5}{384} \frac{R_{y1} \cdot b^4}{E \cdot I_x} \quad \text{Dimana: } b = 2,40 \text{ m}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,7000 (240)^4}{2100000 \times 206} \quad = 240 \text{ cm}$$

$$= 0,0699 \text{ cm} \quad E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{y1} = \frac{5}{384} \frac{R_{x1} \cdot b^4}{E \cdot I_y}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,7000 (240)^4}{2100000 \times 29,3}$$

$$= 0,4915 \text{ cm}$$

b. Akibat beban tak terduga.

$$P_x = P_y = 70,7107 \text{ kg}$$

$$f_{x2} = \frac{P_y \cdot b^3}{48 E \cdot I_y}$$

$$= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 29,3}$$

$$= 0,3310 \text{ cm}$$

$$f_{y2} = \frac{P_x \cdot b^3}{48 E \cdot I_x}$$

$$= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 206}$$

$$= 0,0471 \text{ cm}$$

c. Akibat beban angin.

$$q_x = 0$$

$$q_y = 35,36 \text{ kg/m}$$

$$= 0,3536 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned}
 f_{x_3} &= \frac{5}{384} \frac{q_y \cdot b^4}{E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5}{384} \times \frac{0,3536 (240)^4}{2100000 \times 206} \\
 &= 0,0353 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{y_3} = 0$$

Lendutan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned}
 f_{x_{total}} &= f_{x_1} + f_{x_2} + f_{x_3} \\
 &= 0,0699 + 0,3310 + 0,0353 \\
 &= 0,4362 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{y_{total}} &= f_{y_1} + f_{y_2} + f_{y_3} \\
 &= 0,4915 + 0,0471 + 0 \\
 &= 0,5386 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{ytd} &= \sqrt{(f_{x_{total}})^2 + (f_{y_{total}})^2} \\
 &= \sqrt{(0,4362)^2 + (0,5386)^2} \\
 &= 0,6931 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{max} = \frac{1}{300} L = \frac{1}{300} \times 240 = 0,80 \text{ cm}$$

Jadi: $f_{ytd} < f_{max}$ (safe)

4.1.2. Perhitungan Kuda-Kuda

Berat yang dipikul oleh konstruksi adalah :

a. Berat sendiri:

- Berat kuda-kuda.
- Berat gording.
- Berat atap.

b. Beban tak terduga.

c. Beban angin.

a. Berat sendiri.

- Berat kuda-kuda.

Berat sendiri pada titik kumpul :

$$\frac{(L + 3) L \cdot b}{n - 1} \quad \text{Dimana: } n = \text{jumlah titik kumpul}$$

$$\frac{(18 + 3) 18 \times 2,40}{9 - 1} = 113,40 \text{ kg}$$

Berat sendiri pada titik kumpul G, H, I, E, J, K, dan L adalah 113,40 kg.

Berat sendiri pada titik kumpul ujung C dan D adalah: $\frac{1}{2} \times 113,40 = 56,70 \text{ kg}$.

- Berat gording.

Berat profil yang dipakai $C_{10} = 10,6 \text{ kg/m}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul G, H, I, E, J, K, dan L adalah: $2 (10,6 \times 2,40) = 50,88 \text{ kg}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung C dan D adalah: $\frac{1}{2} \times 50,88 = 25,44 \text{ kg}$.

- Berat atap.

Berat atap genteng beton = 50 kg/m^2 .

Jarak gording = 1,768 m.

Berat atap setiap jarak gording adalah: $1,768 \times 50$
 $= 88,40 \text{ kg/m}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul G, H, I, E, -
 J, K, dan L adalah: $88,40 \times 2,40 = 212,16 \text{ kg}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung C dan D
 adalah: $\frac{1}{2} \times 212,16 = 106,08 \text{ kg}$.

TITIK KUMPUL BERAT SENDIRI	C	G	H	I
Berat Kuda-Kuda	56,70	113,40	113,40	113,40
Berat Gording	25,44	50,88	50,88	50,88
Berat Atap	106,08	212,16	212,16	212,16
BERAT TOTAL (kg)	188,22	376,44	376,44	376,44

E	J	K	L	D
113,40	113,40	113,40	113,40	56,70
50,88	50,88	50,88	50,88	25,44
212,16	212,16	212,16	212,16	106,08
376,44	376,44	376,44	376,44	188,22

b. Beban tak terduga.

Berat yang dipikul pada titik kumpul C, G, H, I, E, J, K, L, dan D adalah 100 kg.

c. Beban angin.

$$\cdot \text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

* Beban angin pada bidang miring :

$$- \text{Koefisien angin tekan} = 0,02 (45) - 0,4 = 0,5$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{G, H, I, J, K, dan L} &= 0,5 \times 40 \times 3,182 \times 2,40 \\ &= 152,7360 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung C, E, dan D} &= \frac{1}{2} \times 152,7360 \\ &= 76,3680 \text{ kg.} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{G, H, I, J, K, dan L} &= -0,4 \times 40 \times 3,182 \times 2,40 \\ &= -122,1888 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung C, E, dan D} &= \frac{1}{2} \times -122,1888 \\ &= -61,0944 \text{ kg.} \end{aligned}$$

* Beban angin pada bidang vertikal :

$$- \text{Koefisien angin tekan} = 0,9$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung A, B, C, dan D} &= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 40 \times 2,50 \times \\ &2,40 = 108,0000 \text{ kg.} \end{aligned}$$

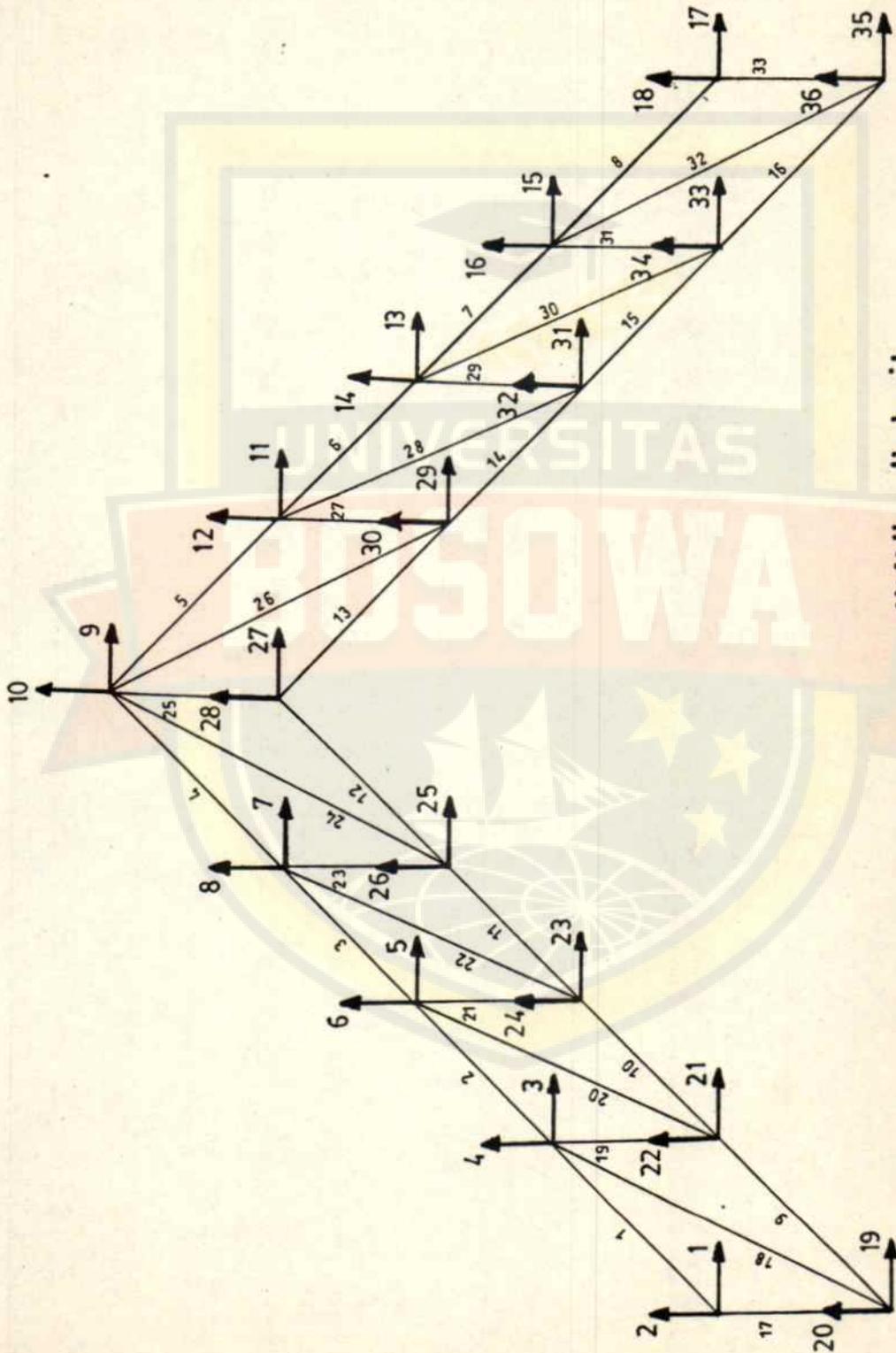
- Koefisien angin hisap = -0,4

Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul ujung A, B, C, dan D = $\frac{1}{2} \times -0,4 \times 40 \times 2,50 \times 2,40 = -48,0000$ kg.

- Peninjauan terhadap desakan angin dilakukan terhadap dua arah yaitu angin yang datang dari sebelah kiri gedung dan dari sebelah kanan gedung. Ini dilakukan berhubung karena anggapan bahwa kuda-kuda terletak di atas sebuah sendi dan sebuah rol, sehingga walaupun tekanan angin tetap dan bentuk kap adalah simetris, tetapi akan memberikan gaya-gaya batang yang berlainan serta koefisien angin yang berbeda pula.

4.1.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang

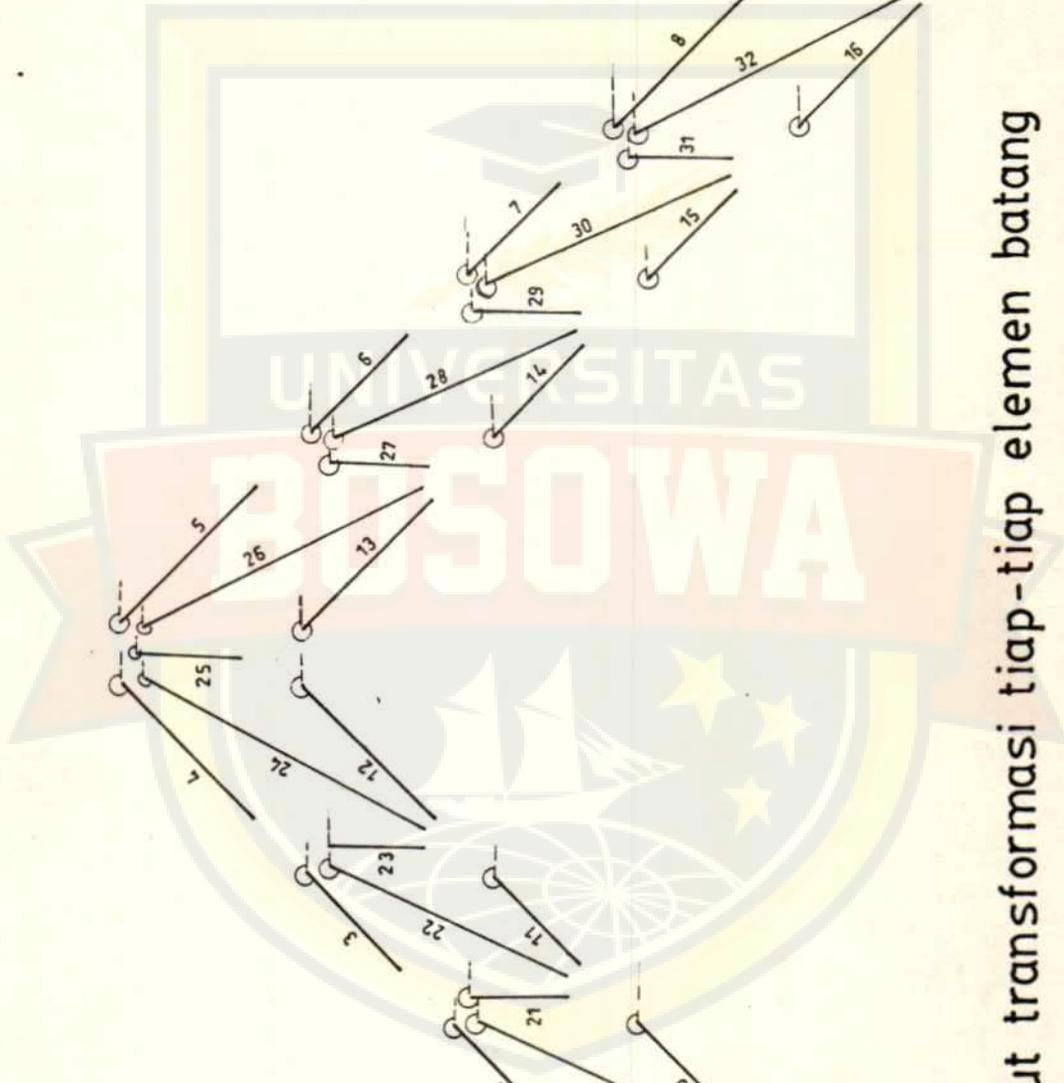
Untuk selengkapnya dapat dilihat pada halaman berikut ini.



vektor gaya lendutan dititik diskrit yang sesuai dengan koordinat struktur



sudut transformasi tiap-tiap elemen batang



MATRIX KEKAKUAN KOORDINAT STRUKTUR
KAP BANGUNAN I (UTAMA)



BATANG 1 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$[K_1]_s = \frac{AE}{3,536} \begin{bmatrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \end{bmatrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 1 \\ 2 \end{matrix}$$

UNIVERSITAS

$$= \frac{AE}{3,536} \begin{bmatrix} 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 \\ 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 \\ -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 \\ -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 \end{bmatrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 1 \\ 2 \end{matrix}$$

BATANG 2 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$[K_2]_s = \frac{AE}{2,828} \begin{bmatrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \end{bmatrix} \begin{matrix} 5 \\ 6 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,828} \begin{bmatrix} 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 \\ 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 \\ -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 \\ -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 \end{bmatrix} \begin{matrix} 5 \\ 6 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

BATANG 5 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

$$[K 5]_s = AE/3,536 \begin{matrix} 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 9 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 10 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 11 \\ 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 12 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 9 \\ -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & 10 \\ -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & 11 \\ 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 12 \end{matrix}$$

BATANG 6 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

$$[K 6]_s = AE/2,828 \begin{matrix} 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 11 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 12 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 13 \\ 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 14 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 11 \\ -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & 12 \\ -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & 13 \\ 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 14 \end{matrix}$$

BATANG 7 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

[K 7]s	=	AE/2,828	0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	13
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	14
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	15
			0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	16
			13	14	15	16	

=	AE	0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	13
		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	14
		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	15
		0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	16
		13	14	15	16	

BATANG 8 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

[K 8]s	=	AE/3,536	0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	15
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	16
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	17
			0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	18
			15	16	17	18	

=	AE	0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	15
		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	16
		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	17
		0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	18
		15	16	17	18	

BATANG 9 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$[K_9]_s = \frac{AE}{3,536} \begin{matrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 21 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 22 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 19 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 20 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{3,536} \begin{matrix} 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 & 21 \\ 0,1414 & 0,1414 & -0,1414 & -0,1414 & 22 \\ -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 & 19 \\ -0,1414 & -0,1414 & 0,1414 & 0,1414 & 20 \end{matrix}$$

BATANG 10 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$[K_{10}]_s = \frac{AE}{2,828} \begin{matrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 23 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 24 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 21 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 22 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,828} \begin{matrix} 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 & 23 \\ 0,1768 & 0,1768 & -0,1768 & -0,1768 & 24 \\ -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 & 21 \\ -0,1768 & -0,1768 & 0,1768 & 0,1768 & 22 \end{matrix}$$

BATANG 11 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

[K 11]s	=	AE/2,828	0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	25
			0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	26
			-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	27
			-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	24
			25	26	27	24	

=	AE	0,1768	0,1768	-0,1768	-0,1768	25	
		0,1768	0,1768	-0,1768	-0,1768	26	
		-0,1768	-0,1768	0,1768	0,1768	27	
		-0,1768	-0,1768	0,1768	0,1768	24	
			25	26	27	24	

BATANG 12 :

$$\tan \alpha = 2,500/2,500 = 1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

[K 12]s	=	AE/3,536	0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	27
			0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	28
			-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	25
			-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	26
			27	28	25	26	

=	AE	0,1414	0,1414	-0,1414	-0,1414	27	
		0,1414	0,1414	-0,1414	-0,1414	28	
		-0,1414	-0,1414	0,1414	0,1414	25	
		-0,1414	-0,1414	0,1414	0,1414	26	
			27	28	25	26	

BATANG 13 :

$$\tan \alpha = -2,500/3,536 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	27
[K 13]s	= AE/3,536	-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	28
		-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	29
		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	30
			27	28	29	30

		0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	27
= AE		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	28
		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	29
		0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	30
			27	28	29	30

BATANG 14 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	29
[K 14]s	= AE/2,828	-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	30
		-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	31
		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	32
			29	30	31	32

		0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	29
= AE		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	30
		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	31
		0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	32
			29	30	31	32

BATANG 15 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	31
[K 15]s	= AE/2,828	-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	32
		-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	33
		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	34
			31	32	33	34

		0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	31
= AE		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	32
		-0,1768	0,1768	0,1768	-0,1768	33
		0,1768	-0,1768	-0,1768	0,1768	34
			31	32	33	34

BATANG 16 :

$$\tan \alpha = -2,500/2,500 = -1,0000$$

$$\sin \alpha = -2,500/3,536 = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 2,500/3,536 = 0,7071$$

		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	33
[K 16]s	= AE/3,536	-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	34
		-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	35
		0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	36
			33	34	35	36

		0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	33
= AE		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	34
		-0,1414	0,1414	0,1414	-0,1414	35
		0,1414	-0,1414	-0,1414	0,1414	36
			33	34	35	36

BATANG 17 :

$\alpha = 270^\circ$
 $\sin \alpha = -1$
 $\cos \alpha = 0$

[K 17]s = AE/2,500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
	0,0000	-1,0000	0,0000	-1,0000	2
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19
	0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	20
	1	2	19	20	
= AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1
	0,0000	0,4000	0,0000	-0,4000	2
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19
	0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	20
	1	2	19	20	

BATANG 18 :

$\tan \alpha = 5,000/5,590$
 $\sin \alpha = -5,000/5,590 = -0,8944$
 $\cos \alpha = -2,500/5,590 = -0,4472$

[K 18]s = AE/5,590	0,2000	0,4000	-0,2000	-0,4000	3
	0,4000	0,8000	-0,4000	-0,8000	4
	-0,2000	-0,4000	0,2000	0,4000	19
	-0,4000	-0,8000	0,4000	0,8000	20
	3	4	19	20	
= AE	0,0758	0,0716	-0,0758	-0,0716	3
	0,0716	0,1431	-0,0716	-0,1431	4
	-0,0758	-0,0716	0,0758	0,0716	19
	-0,0716	-0,1431	0,0716	0,1431	20
	3	4	19	20	

BATANG 19 :

$\alpha = 270^\circ$

$\sin \alpha = -1$
 $\cos \alpha = 0$

	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
[K 19]s = AE/2,500	0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	4
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	21
	0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	22
	3	4	21	22	
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
= AE	0,0000	0,4000	1,0000	-0,4000	4
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	21
	0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	22
	3	4	21	22	

BATANG 20 :

$\tan \alpha = 4,500/2,000$
 $\sin \alpha = -4,500/4,924 = -0,9138$
 $\cos \alpha = -2,000/4,924 = -0,4061$

	0,1649	0,3711	-0,1649	-0,3711	5
[K 20]s = AE/4,924	0,3711	0,8351	-0,3711	-0,8351	6
	-0,1649	-0,3711	0,1649	0,3711	21
	-0,3711	-0,8351	0,3711	0,8351	22
	5	6	21	22	
	0,0735	0,0754	-0,0335	-0,0754	5
= AE	0,0754	0,1696	-0,0754	-0,1696	6
	-0,0335	-0,0754	0,0335	0,0754	21
	-0,0754	-0,1696	0,0754	0,1696	22
	5	6	21	22	

BATANG 21 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

		5	6	23	24	
[K 21]s	= AE/2,500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5
		0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	6
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23
		0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	24
		5	6	23	24	
	= AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5
		0,0000	0,4000	0,0000	-0,4000	6
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23
		0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	24
		5	6	23	24	

BATANG 22 :

$$\tan \alpha = 4,500/2,000$$

$$\sin \alpha = -4,500/4,924 = -0,9138$$

$$\cos \alpha = -2,000/4,924 = -0,4061$$

		7	8	23	24	
[K 22]s	= AE/4,924	0,1647	0,3711	-0,1647	-0,3711	7
		0,3711	0,8351	-0,3711	-0,8351	8
		-0,1647	-0,3711	0,1647	0,3711	23
		-0,3711	-0,8351	0,3711	0,8351	24
		7	8	23	24	
	= AE	0,0335	0,0754	-0,0335	-0,0754	7
		0,0754	0,1696	-0,0754	-0,1696	8
		-0,0335	-0,0754	0,0335	0,0754	23
		-0,0754	-0,1696	0,0754	0,1696	24
		7	8	23	24	

BATANG 25 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$[K_{25}]_s = AE/2,500$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	10
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	28
	9	10	27	28

$$= AE$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9
0,0000	0,4000	0,0000	-0,4000	10
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	27
0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	28
	9	10	27	28

BATANG 26 :

$$\tan \alpha = -5,000/2,500$$

$$\sin \alpha = -5,000/5,590 = -0,8944$$

$$\cos \alpha = 2,500/5,590 = 0,4472$$

$$[K_{26}]_s = AE/5,590$$

0,2000	-0,4000	-0,2000	0,4000	9
-0,4000	0,8000	0,4000	-0,8000	10
-0,2000	0,4000	0,2000	-0,4000	29
0,4000	-0,8000	-0,4000	0,8000	30
	9	10	29	30

$$= AE$$

0,0358	-0,0716	-0,0358	0,0716	9
-0,0716	0,1431	0,0716	-0,1431	10
-0,0358	0,0716	0,0358	-0,0716	29
0,0716	-0,1431	-0,0716	0,1431	30
	9	10	29	30

BATANG 27 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

[K 27]s	=	AE/2,500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11
			0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	12
			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	29
			0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	30
			11	12	29	30	
			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11
	=	AE	0,0000	0,4000	0,0000	-0,4000	12
			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	29
			0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	30
			11	12	29	30	

BATANG 28 :

$$\tan \alpha = -4,500/2,000$$

$$\sin \alpha = -4,500/4,924 = -0,9138$$

$$\cos \alpha = 2,000/4,924 = 0,4061$$

[K 28]s	=	AE/4,924	0,1649	-0,3711	-0,1649	0,3711	11
			-0,3711	0,8351	0,3711	-0,8351	12
			-0,1649	0,3711	0,1649	-0,3711	31
			0,3711	-0,8351	-0,3711	0,8351	32
			11	12	31	32	
			0,0335	-0,0754	-0,0335	0,0754	11
	=	AE	-0,0754	0,1696	0,0754	-0,1696	12
			-0,0335	0,0754	0,0335	-0,0754	31
			0,0754	-0,1696	-0,0754	0,1696	32
			11	12	31	32	

BATANG 29 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

[K 29]s	=	AE/2,500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	13
			0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	14
			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	31
			0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	32
			13	14	31	32	

=	AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	13
		0,0000	0,4000	0,0000	-0,4000	14
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	31
		0,0000	-0,4000	0,0000	0,4000	32
		13	14	31	32	

BATANG 30 :

$$\tan \alpha = -4,500/2,000$$

$$\sin \alpha = -4,500/4,924 = -0,9138$$

$$\cos \alpha = 2,000/4,924 = 0,4061$$

[K 30]s	=	AE/4,924	0,1649	-0,3711	-0,1649	0,3711	13
			-0,3711	0,8351	0,3711	-0,8351	14
			-0,1649	0,3711	0,1649	-0,3711	33
			0,3711	-0,8351	-0,3711	0,8351	34
			13	14	33	34	

=	AE	0,0335	-0,0754	-0,0335	0,0754	13
		-0,0754	0,1696	0,0754	-0,1696	14
		-0,0335	0,0754	0,0335	-0,0754	33
		0,0754	-0,1696	-0,0754	0,1696	34
		13	14	33	34	

BATANG 31 :

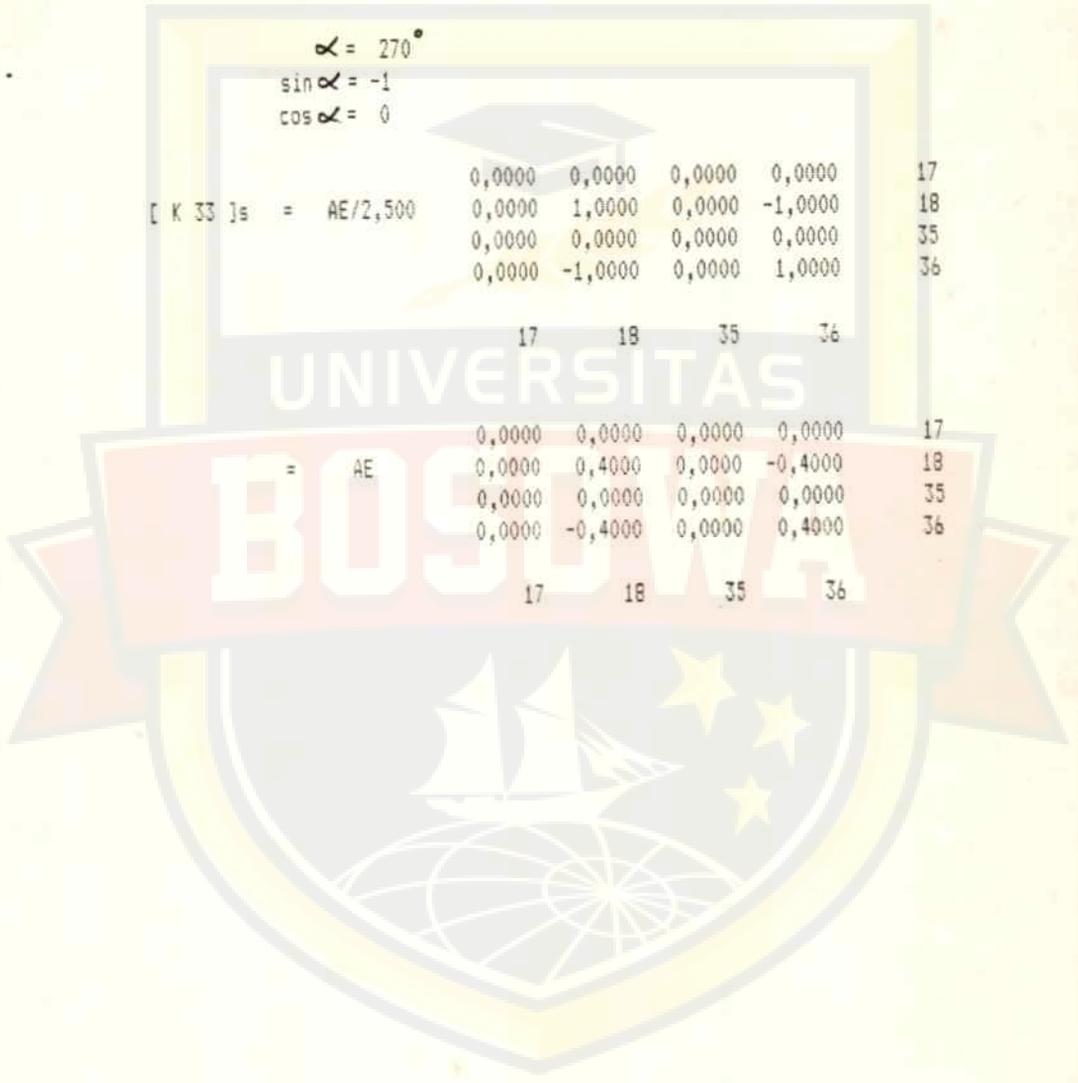
$\alpha = 270^\circ$				
$\sin \alpha = -1$				
$\cos \alpha = 0$				
[K 31]s	=	AE/2,500	0,0000 0,0000 0,0000 0,0000	15
			0,0000 1,0000 0,0000 -1,0000	16
			0,0000 0,0000 0,0000 0,0000	33
			0,0000 -1,0000 0,0000 1,0000	34
			15 16 33 34	
= AE				
			0,0000 0,0000 0,0000 0,0000	15
			0,0000 0,4000 0,0000 -0,4000	16
			0,0000 0,0000 0,0000 0,0000	33
			0,0000 -0,4000 0,0000 0,4000	34
			15 16 33 34	

BATANG 32 :

$\tan \alpha = -5,000/2,500$				
$\sin \alpha = -5,000/5,590 = -0,8944$				
$\cos \alpha = 2,500/5,590 = 0,4472$				
[K 32]s	=	AE/5,590	0,2000 -0,4000 -0,2000 0,4000	15
			-0,4000 0,8000 0,4000 -0,8000	16
			-0,2000 0,4000 0,2000 -0,4000	35
			0,4000 -0,8000 -0,4000 0,8000	36
			15 16 35 36	
= AE				
			0,0358 -0,0716 -0,0358 0,0716	15
			-0,0716 0,1431 0,0716 -0,1431	16
			-0,0358 0,0716 0,0358 -0,0716	35
			0,0716 -0,1431 -0,0716 0,1431	36
			15 16 35 36	

BATANG 33 :

$\alpha = 270^\circ$						
$\sin \alpha = -1$						
$\cos \alpha = 0$						
[K 33]s	=	AE/2,500	0,0000	0,0000	0,0000	17
			0,0000	1,0000	0,0000	18
			0,0000	0,0000	0,0000	35
			0,0000	-1,0000	0,0000	36
			17	18	35	36
UNIVERSITAS						
			0,0000	0,0000	0,0000	17
	=	AE	0,0000	0,4000	0,0000	18
			0,0000	0,0000	0,0000	35
			0,0000	-0,4000	0,0000	36
			17	18	35	36



-33.6994	120.8199	-19.7447	141.5611
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-74.4956	266.0971	-43.4369	311.5299
40.7962	-145.2772	23.6922	-169.9688
-102.8708	361.9612	-60.0193	424.7730
70.6084	-246.0937	41.0797	-288.9642
-125.3652	435.1027	-73.6642	512.3542
96.2643	-328.1287	56.1546	-386.8758
-145.9058	490.1040	-85.7562	580.4386
120.8812	-399.1667	70.8365	-473.5885
-135.1502	566.1590	-78.7730	648.5229
123.4263	-309.0535	73.2529	-386.8758
-140.4527	653.7658	-79.5320	736.1041
110.4322	-215.3975	68.2157	-288.9642
-180.6120	758.2976	-89.0234	849.3473
65.9933	-110.0175	53.8237	-169.9688
-246.6053	868.2151	-142.8471	1019.3161
0.0000	.0000	.0000	.0000
-43.2179	160.6941	-25.0390	186.7333
41.4211	-147.4298	24.0396	-172.4688
-75.6116	276.0602	-43.8564	321.7152
71.2333	-248.2463	41.4211	-291.4642
-105.0115	376.5771	-61.0086	440.1814
96.9092	-330.2813	56.5020	-389.3758
-139.9787	495.3871	-81.4586	580.4386
125.4352	-419.8444	73.3694	-496.8008
-149.0538	632.5775	-85.5052	720.5958
122.8013	-311.9009	72.9055	-389.3758
-166.1144	743.1331	-94.1947	839.1620
112.3072	-218.2449	67.8684	-291.4642
-218.2449	862.7184	-110.3649	974.1439
67.8684	-110.3649	55.9764	-172.4688
-291.4642	974.1439	-172.4688	1160.8771

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

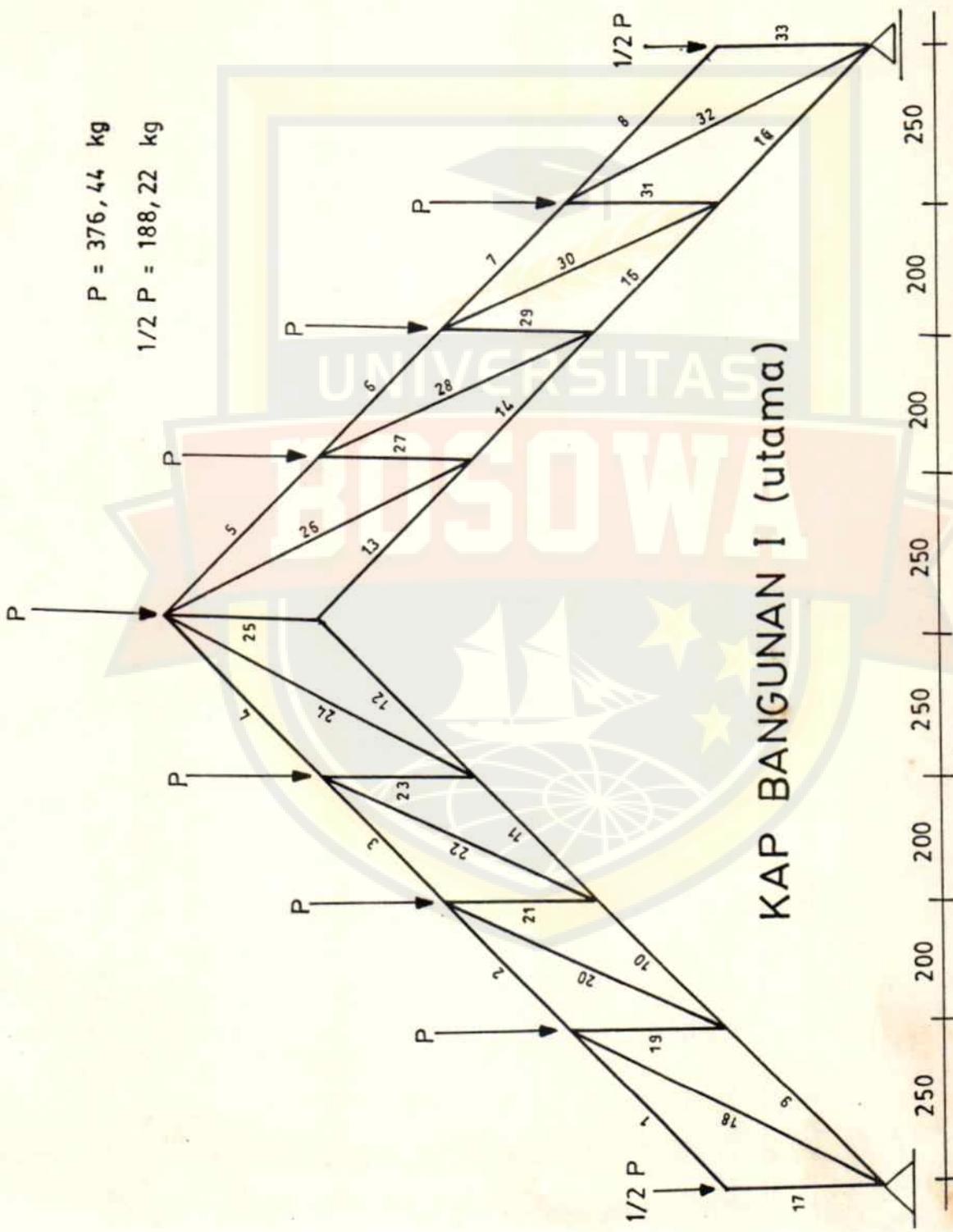
32

33

34

35

9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
B

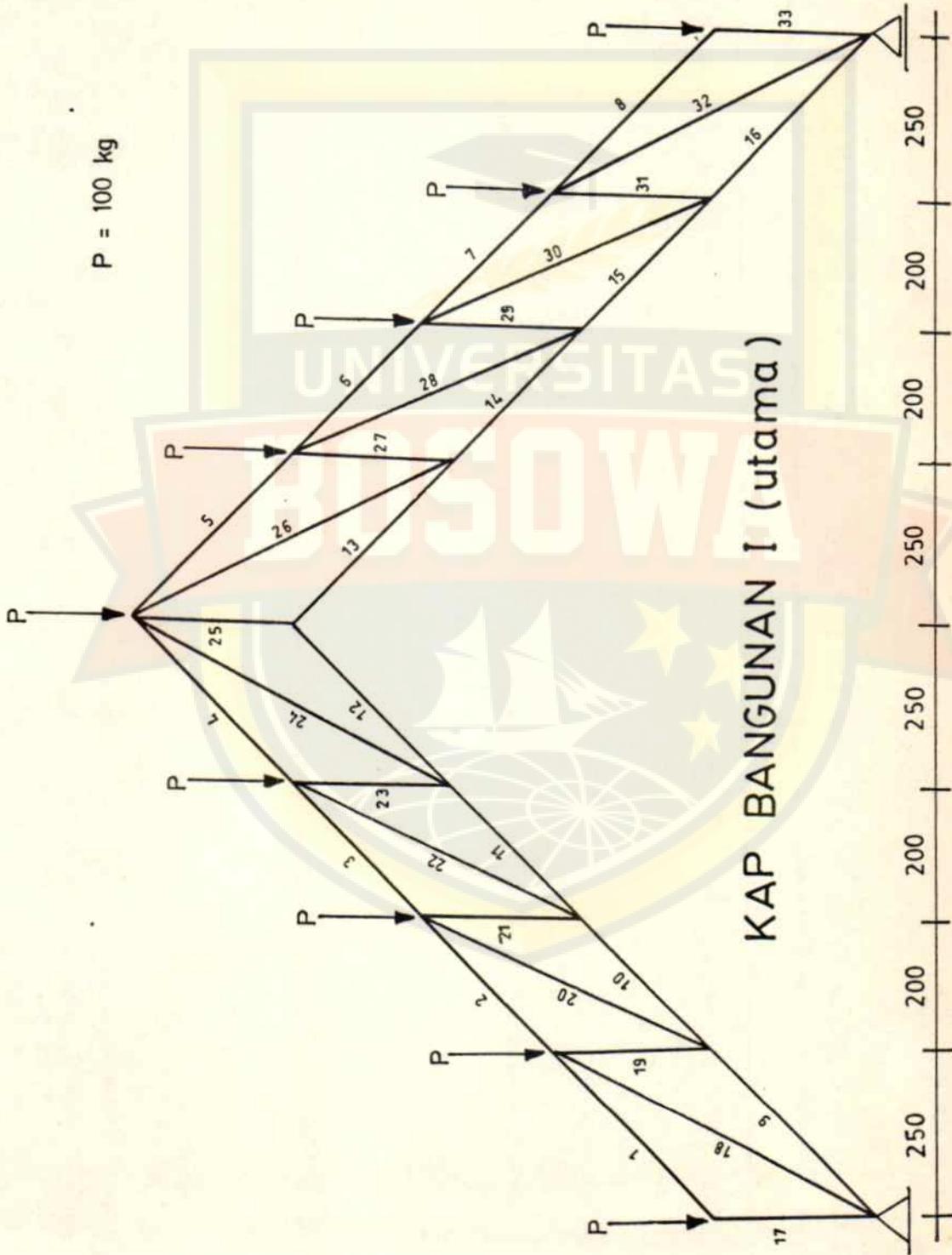


$P = 376,44 \text{ kg}$

$1/2 P = 188,22 \text{ kg}$

KAP BANGUNAN I (utama)

AKIBAT BERAT SENDIRI



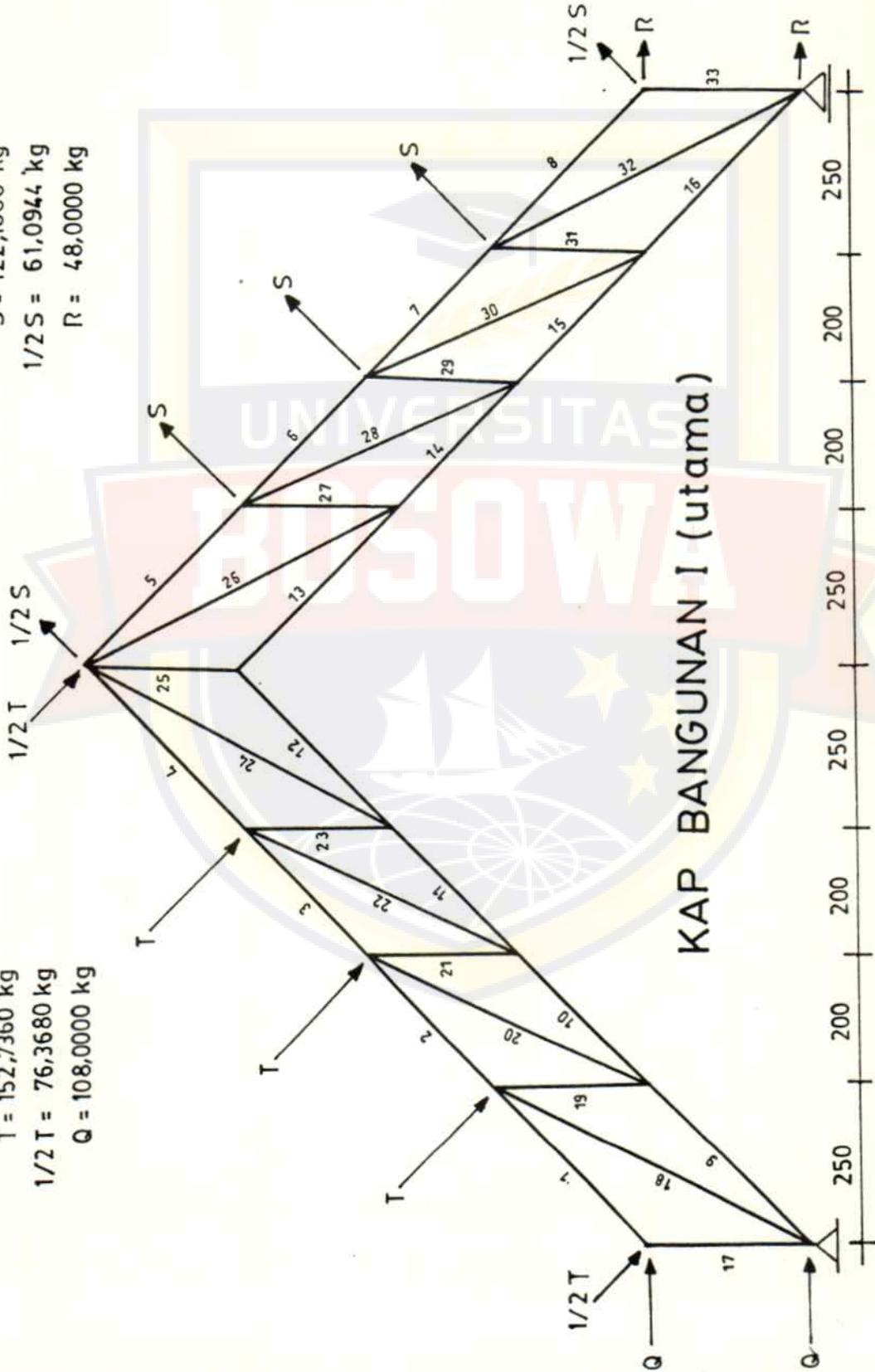
P = 100 kg

KAP BANGUNAN I (utama)

AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA

$S = 122,1888 \text{ kg}$
 $1/2 S = 61,0944 \text{ kg}$
 $R = 48,0000 \text{ kg}$

$T = 152,7360 \text{ kg}$
 $1/2 T = 76,3680 \text{ kg}$
 $Q = 108,0000 \text{ kg}$

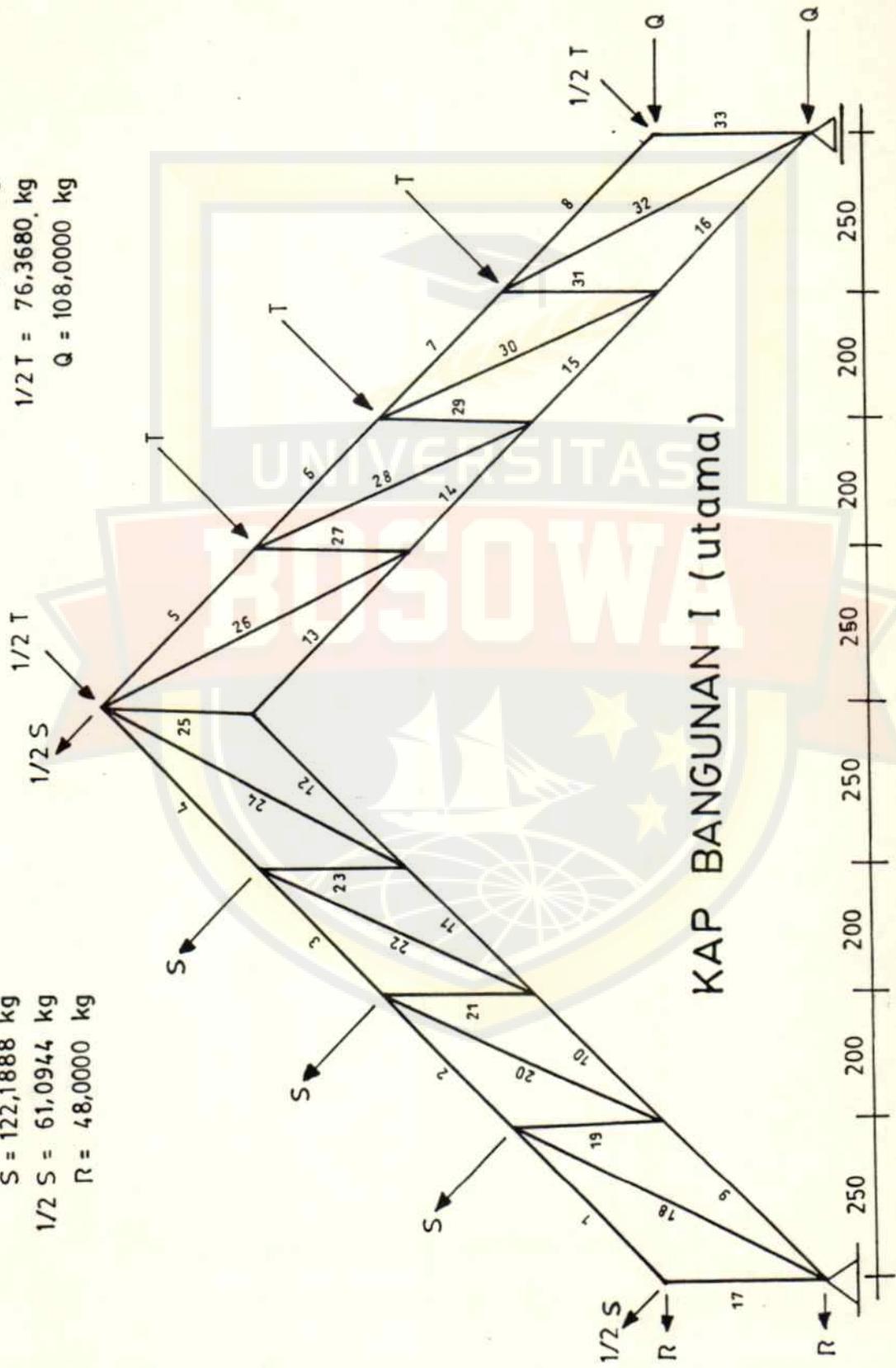


KAP BANGUNAN I (utama)

AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI

$T = 152,7360 \text{ kg}$
 $1/2 T = 76,3680 \text{ kg}$
 $Q = 108,0000 \text{ kg}$

$S = 122,1888 \text{ kg}$
 $1/2 S = 61,0944 \text{ kg}$
 $R = 48,0000 \text{ kg}$



KAP BANGUNAN I (utama)

AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN

AKHIRAT BERAT SENDIRI

	(Ds)	(Ds)
1	0.0000	106615.4762
2	-188.2200	-470.5500
3	0.0000	249493.0595
4	-376.4400	-143348.1333
5	0.0000	333763.1674
6	-376.4400	-235151.4698
7	0.0000	386637.2311
8	-376.4400	-299857.5793
9	0.0000	407535.0791
10	-376.4400	-338780.4763
11	0.0000	428432.9270
12	-376.4400	-299857.5793
13	0.0000	481306.9907
14	-376.4400	-235151.4698
15	0.0000	565577.0986
16	-376.4400	-143348.1333
17	0.0000	708454.6819
18	-188.2200	-470.5500
21	0.0000	155120.0828
22	0.0000	-145700.8833
23	0.0000	257814.3651
24	0.0000	-236563.1198
25	0.0000	335995.3358
26	0.0000	-300328.1293
27	0.0000	407535.0791
28	0.0000	-352484.5121
29	0.0000	479074.8224
30	0.0000	-300328.1293
31	0.0000	557255.7930
32	0.0000	-236563.1198
33	0.0000	659950.0753
34	0.0000	-145700.8833
35	0.0000	815070.1581

UNIVERSITAS
BOSOWA

GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BERAT SENDIRI
PADA KAP BANGUNAN I (UTAMA)

BATANG 1 :

	[T 1]	[C 1]s	[C 1]i
-0.7071	-0.7071	249493.0595	-75055.0773
0.7071	0.0000	-143348.1333	277778.0075
0.0000	0.0000	106615.4762	-75055.0773
0.0000	0.0000	-470.5500	75720.5291

	[K 1]i	[C 1]i
1.0000	0.0000	-75055.0773
0.0000	0.0000	277778.0075
-1.0000	0.0000	-75055.0773
0.0000	0.0000	75720.5291

(0 1)i/3,536

0.0000
0.0000
0.0000
0.0000

3
4
1
2

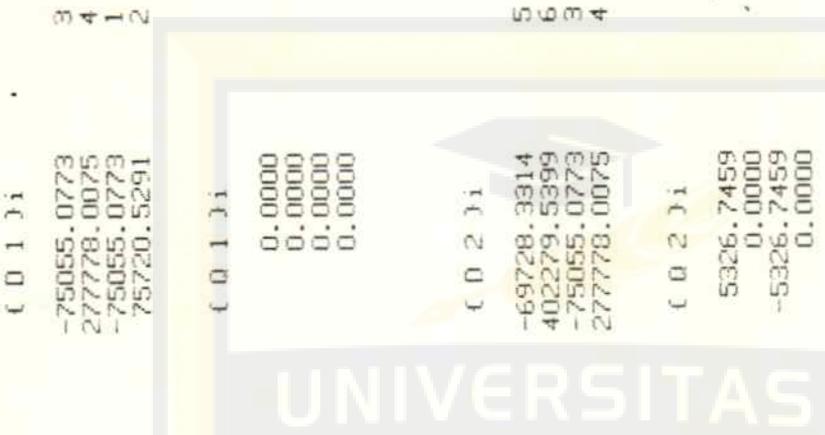
BATANG 2 :

	[T 2]	[C 2]s	[C 2]i
-0.7071	-0.7071	333763.1674	-69728.3314
0.7071	0.0000	-235151.4698	402279.5399
0.0000	0.0000	249493.0595	-75055.0773
0.0000	0.0000	-143348.1333	277778.0075

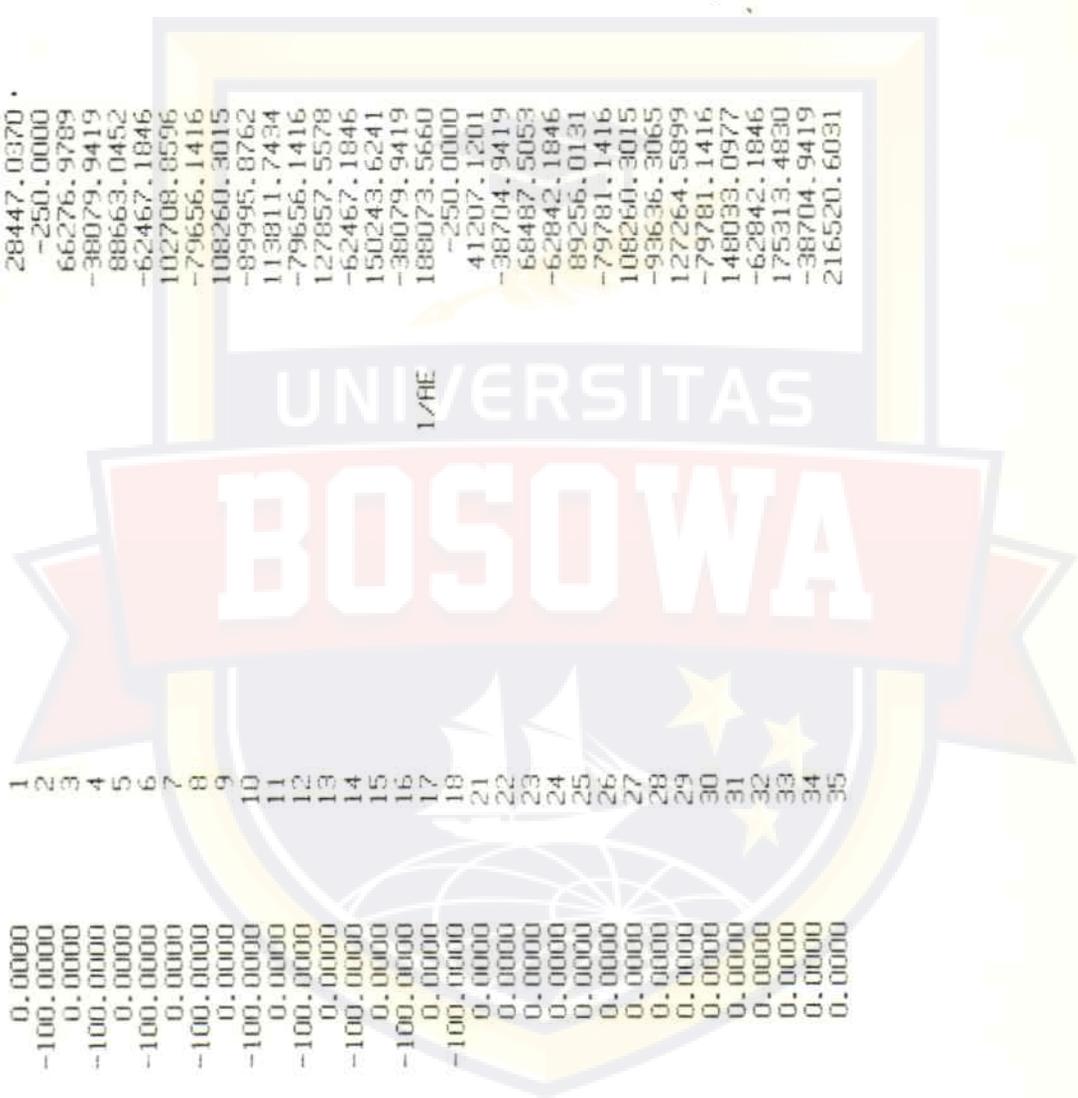
(0 2)i/2,828

1883.5735
0.0000
-1883.5735
0.0000

5
6
3
4



	(Ds)	(Ds)
1	0.0000	28447.0370
2	-100.0000	-250.0000
3	0.0000	66276.9789
4	-100.0000	-38079.9419
5	0.0000	88663.0452
6	-100.0000	-62467.1846
7	0.0000	102708.8596
8	-100.0000	-79656.1416
9	0.0000	108260.3015
10	-100.0000	-89995.8762
11	0.0000	113811.7434
12	-100.0000	-79656.1416
13	0.0000	127857.5578
14	-100.0000	-62467.1846
15	0.0000	150243.6241
16	-100.0000	-38079.9419
17	0.0000	188073.5660
18	-100.0000	-250.0000
19	0.0000	41207.1201
20	0.0000	-38704.9419
21	0.0000	68487.5053
22	0.0000	-62842.1846
23	0.0000	89256.0131
24	0.0000	-79781.1416
25	0.0000	108260.3015
26	0.0000	-93636.3065
27	0.0000	127264.5899
28	0.0000	-79781.1416
29	0.0000	148033.0977
30	0.0000	-62842.1846
31	0.0000	175313.4830
32	0.0000	-38704.9419
33	0.0000	216520.6031
34	0.0000	
35	0.0000	



AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA
PADA KAP BANGUNAN I (UTAMA)

BATANG 5 :

	[T 5]	(0 5) s	(0 5) i	
0.7071	-0.7071	108260.3015	140186.9433	9
0.7071	0.7071	-89995.8762	12914.7752	10
0.0000	0.0000	113811.7434	136801.1415	11
0.0000	0.0000	-79656.1416	24151.4261	12
		(0 5) s	(0 5) i	(0 5) i/3,536

	[K 5] i	(0 5) s	(0 5) i	
1.0000	0.0000	140186.9433	3385.8018	9
0.0000	0.0000	12914.7752	0.0000	10
-1.0000	0.0000	136801.1415	-3385.8018	11
0.0000	0.0000	24151.4261	0.0000	12
		(0 5) s	(0 5) i	957.5231
				0.0000
				-957.5231
				0.0000

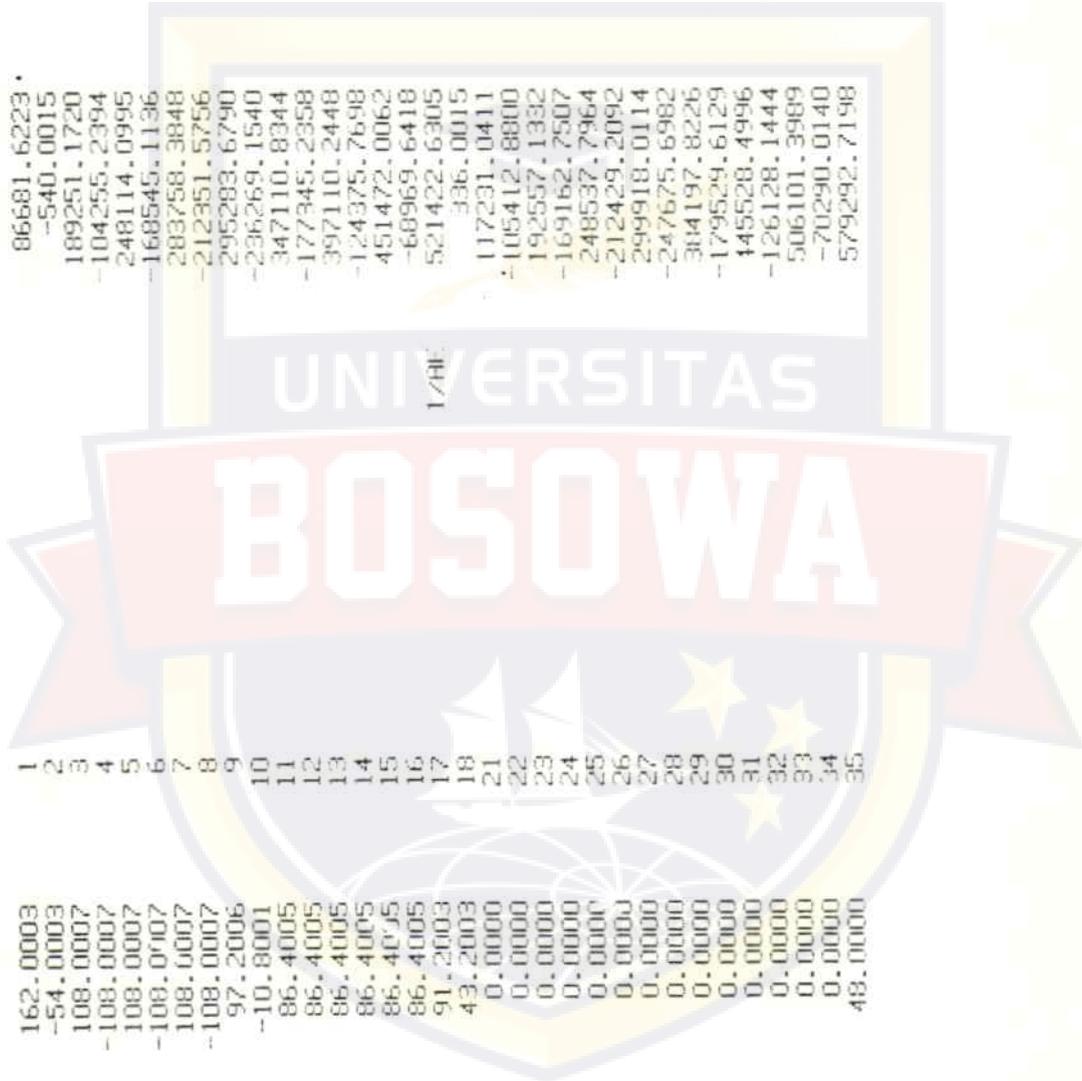
BATANG 6 :

	[T 6]	(0 6) s	(0 6) i	
0.7071	-0.7071	113811.7434	136801.1415	11
0.7071	0.7071	-79656.1416	24151.4261	12
0.0000	0.0000	127857.5578	134578.6254	13
0.0000	0.0000	-62467.1846	46237.5329	14
		(0 6) s	(0 6) i	(0 6) i/2,828

	[K 6] i	(0 6) s	(0 6) i	
1.0000	0.0000	136801.1415	2222.5161	11
0.0000	0.0000	24151.4261	0.0000	12
-1.0000	0.0000	134578.6254	-2222.5161	13
0.0000	0.0000	46237.5329	0.0000	14
		(0 6) s	(0 6) i	785.8968
				0.0000
				-785.8968
				0.0000

AKTIBAT BEBAN ANGIN KIRI
PADA STRUKTUR KAP I

	(0s)	(0s)
1	162.0003	86581.6223
2	-54.0003	-540.0015
3	108.0007	189251.1720
4	-108.0007	-104255.2394
5	108.0007	248114.0995
6	-108.0007	-168545.1136
7	108.0007	283758.3848
8	-108.0007	-212351.5756
9	97.2006	295283.6790
10	-10.8001	-236269.1540
11	86.4005	347110.8344
12	86.4005	-177345.2358
13	86.4005	397110.2448
14	86.4005	-124375.7698
15	86.4005	451472.0062
16	86.4005	-68969.6418
17	91.2003	521422.6305
18	43.2003	336.0015
19	0.0000	117231.0411
20	0.0000	-105412.8800
21	0.0000	192557.1332
22	0.0000	-169162.7507
23	0.0000	248537.7964
24	0.0000	-212429.2092
25	0.0000	299918.0114
26	0.0000	-247675.6982
27	0.0000	314197.8226
28	0.0000	-179529.6129
29	0.0000	145528.4996
30	0.0000	-126128.1444
31	0.0000	506101.3989
32	0.0000	-70290.0140
33	0.0000	579292.7198
34	0.0000	
35	48.0000	



GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI
PADA BANGUNAN KAP I (UTAMA)

BATANG 1 :

	[T 1]	[D 1]s	[D 1]i	
-0.7071	-0.7071	189251.1720	-60100.6240	3
0.7071	0.0000	-104255.2394	207538.3835	4
0.0000	0.0000	86681.6223	-60910.7401	1
0.0000	0.0000	-540.0015	61674.4102	2

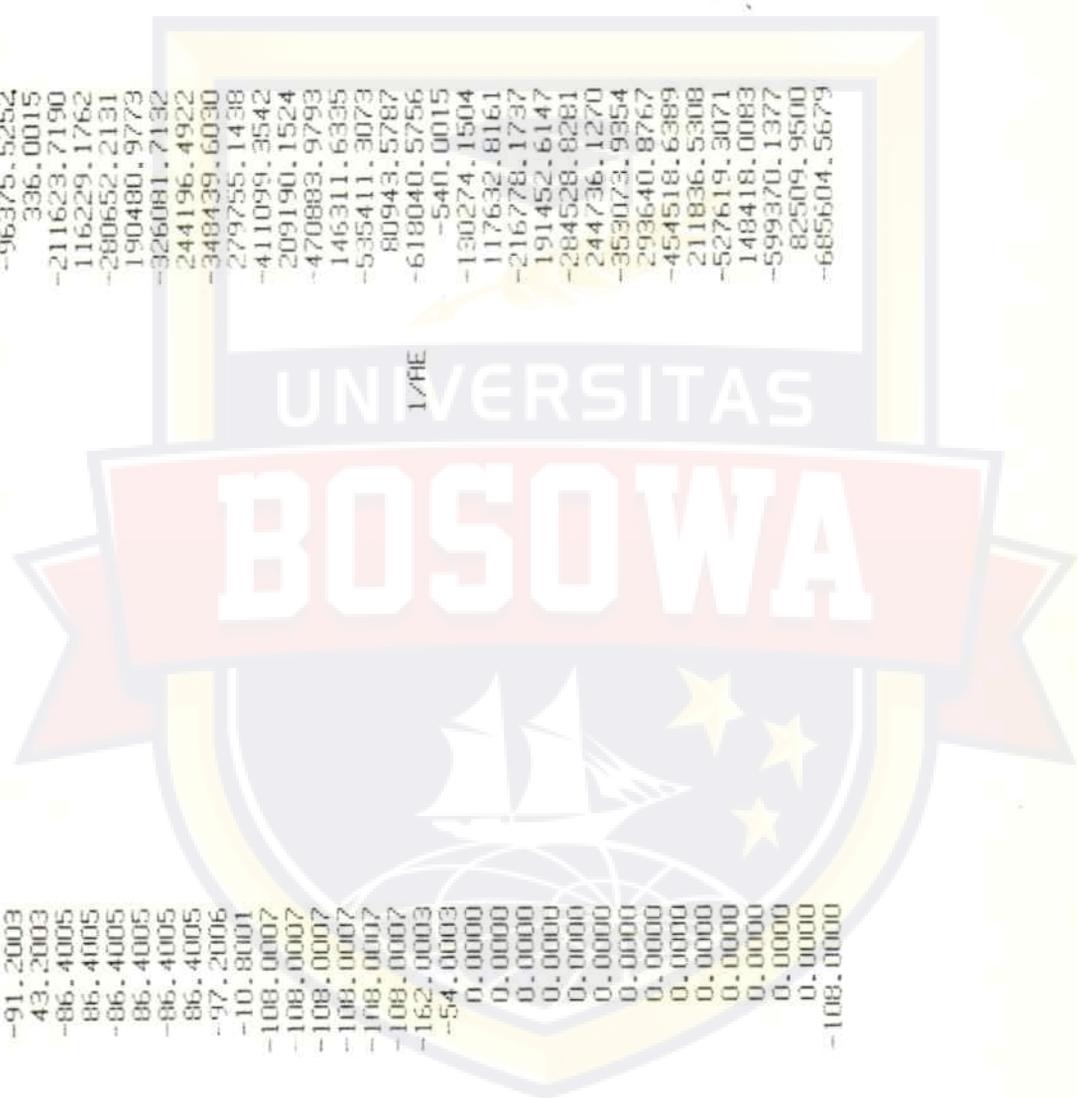
	[K 1]i	[D 1]i	[D 1]i/3,536	
1.0000	0.0000	-60100.6240	810.1161	3
0.0000	-1.0000	207538.3835	0.0000	4
-1.0000	0.0000	-60910.7401	-810.1161	1
0.0000	0.0000	61674.4102	0.0000	2

BATANG 2 :

	[T 2]	[D 2]s	[D 2]i	
-0.7071	-0.7071	248114.0995	-56263.2300	5
0.7071	0.0000	-168545.1136	294619.7296	6
0.0000	0.0000	189251.1720	-60100.6240	3
0.0000	0.0000	-104255.2394	207538.3835	4

	[K 2]i	[D 2]i	[D 2]i/2,828	
1.0000	0.0000	-56263.2300	3837.3940	5
0.0000	-1.0000	294619.7296	0.0000	6
-1.0000	0.0000	-60100.6240	-3837.3940	3
0.0000	0.0000	207538.3835	0.0000	4

	(0s)	(0s)
-91.2003		-96375.5252
43.2003		336.0015
-86.4005		-211623.7190
86.4005		116229.1762
-86.4005		-280652.2131
86.4005		190480.9773
-86.4005		-326081.7132
86.4005		244196.4922
-97.2006		-348439.6030
-10.8001		279755.1438
-108.0007		-411099.3542
-108.0007		209190.1524
-108.0007		-470883.9793
-108.0007		146311.6335
-108.0007		-535411.3073
-108.0007		80943.5787
-162.0003		-618040.5756
-54.0003		-540.0015
0.0000		-130274.1504
0.0000		117632.8161
0.0000		-216778.1737
0.0000		191452.6147
0.0000		-284528.8281
0.0000		244736.1270
0.0000		-353073.9354
0.0000		293640.8767
0.0000		-454518.6389
0.0000		211836.5308
0.0000		-527619.3071
0.0000		148418.0083
0.0000		-599370.1377
0.0000		82509.9500
0.0000		-685604.5679
-108.0000		



GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN
PADA KAP BANGUNAN I (UTAMA)

BATANG 1 :

	[T 1]		(D 1)s	(D 1)i
-0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	67453.4812
0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	-231824.7822
0.0000	0.0000	-0.7071	-0.7071	67909.5472
0.0000	0.0000	0.7071	-0.7071	-68384.7206

[K 1]i

		(D 1)i
1.0000	0.0000	-1.0000
0.0000	0.0000	0.0000
-1.0000	0.0000	1.0000
0.0000	0.0000	0.0000

(0 1)i/3.536

-128.9779
0.0000
128.9779
0.0000

3
4
1
2

BATANG 2 :

	[T 2]		(D 2)s	(D 2)i
-0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	63760.0309
0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	-333138.2789
0.0000	0.0000	-0.7071	-0.7071	67453.4812
0.0000	0.0000	0.7071	-0.7071	-231824.7822

[K 2]i

		(D 2)i
1.0000	0.0000	-1.0000
0.0000	0.0000	0.0000
-1.0000	0.0000	1.0000
0.0000	0.0000	0.0000

(0 2)i/2.828

-1306.0114
0.0000
1306.0114
0.0000

5
6
3
4

UNIVERSITAS

NOMOR BATANG	GAYA BATANG AKI BERAT SENDIRI		GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN		JUMLAH GAYA BATANG TOTAL		PANJANG BATANG (Meter)
	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	
1	-		-	128.9779	229.1052	128.9779	3.536
2	1883.5735		-	1306.0114	3740.8670	1306.0114	2.828
3	2958.4298		-	2071.7967	5785.1594	2071.7967	2.828
4	3604.5000		-	2639.7790	7040.1295	2639.7790	3.536
5	3604.5000		-	1580.8245	5981.1749	1580.8245	3.536
6	2958.4298		-	773.5829	4486.9455	773.5829	2.828
7	1883.5735		-	210.2114	2645.0670	210.2114	2.828
8	-		229.1052	-	229.1052	128.9779	3.536
9	-	1883	2527.9094	-	2527.9094	4747.2364	3.536
10	-	2958	3171.5047	-	3171.5047	6638.7913	2.828
11	-	3604	3617.2971	-	3617.2971	7741.0239	2.828
12	-	3876	3927.5161	-	3927.5161	8132.0919	3.536
13	-	3876	3927.5161	-	3927.5161	8132.0919	3.536
14	-	3604	2420.8788	-	2420.8788	6544.6056	2.828
15	-	2958	1460.8997	-	1460.8997	4928.1862	2.828
16	-	1883	744.7907	-	744.7907	2964.1177	3.536
17	188.2200		-	134.4006	504.2206	134.4006	2.500
18	2976.2566		-	1666.7707	5307.6335	1666.7707	5.590
19	-	94	561.4560	-	561.4560	1654.1563	2.500
20	1866.9759		-	1117.0021	3284.6671	1117.0021	4.924
21	-	56	388.6550	-	388.6550	961.7149	2.500
22	1121.7529		-	773.5962	1913.0652	773.5962	4.924
23	-	18	215.8540	-	215.8540	269.2735	2.500
24	429.1961		-	490.1807	617.9312	490.1807	5.590
25	-	548	5554.2931	-	5554.2931	11500.4041	2.500
26	429.1961		-	2380.6552	2508.4057	2380.6552	5.590
27	-	18	1058.5513	-	1058.5513	1111.9708	2.500
28	1121.7529		-	1668.3250	2807.7939	1668.3250	4.924
29	-	56	842.5499	-	842.5499	1415.6098	2.500
30	1866.9759		-	1243.6534	3411.3184	1243.6534	4.924
31	-	94	626.5485	-	626.5485	1719.2488	2.500
32	2976.2566		-	935.5117	4576.3746	935.5117	5.590
33	188.2200		216.0006	-	504.2206	134.4006	2.500

GAYA BATANG MAKSIMUM
Kap Bangunan I (Utama)

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (Meter)	GAYA BATANG TOTAL (Kg)		GAYA BATANG MAKSIMUM (Kg)	
		Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)
1	3.536	229.1052	-		
2	2.828	3740.8670	-		
3	2.828	5785.1594	-		
4	3.536	7040.1295	-	7040.1295	-
5	3.536	5981.1749	-		
6	2.828	4486.9455	-		
7	2.828	2645.0670	-		
8	3.536	229.1052	-		
9	3.536	-	4747.2364		
10	2.828	-	6638.7913		
11	2.828	-	7741.0239		
12	3.536	-	8132.0919		8132.0919
13	3.536	-	8132.0919		
14	2.828	-	6544.6056		
15	2.828	-	4928.1862		
16	3.536	-	2964.1177		
17	2.500	504.2206	-	504.2206	-
33	2.500	504.2206	-		
19	2.500	-	1654.1563		
21	2.500	-	961.7149		
23	2.500	-	269.2735		
25	2.500	-	11500.4041		11500.4041
27	2.500	-	1111.9708		
29	2.500	-	1415.6098		
31	2.500	-	1719.2488		
18	5.590	5307.6335	-		
20	4.924	3284.6671	-		
22	4.924	1913.0652	-		
24	5.590	617.9312	-	5307.6335	-
26	5.590	2508.4057	-		
28	4.924	2807.7939	-		
30	4.924	3411.3184	-		

4.1.4. Perhitungan Dimensi Batang

A. Batang atas (batang 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, dan 8).

$$P_{\max} = 7040,1295 \text{ kg} = 7,0401 \text{ ton (Tekan).}$$

$$\text{Panjang batang } (L_{tk}) = 3,536 \text{ m.}$$

Dengan formula Euler :

$$\begin{aligned} I_{\min} &= 1,69 P_{\max} (L_{tk})^2 \\ &= 1,69 \times 7,0401 (3,536)^2 \\ &= 148,76 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

Dipakai profil tersusun: JL

$$\text{Untuk satu profil: } I_{\min} = \frac{1}{2} \times 148,76 = 74,38 \text{ cm}^4$$

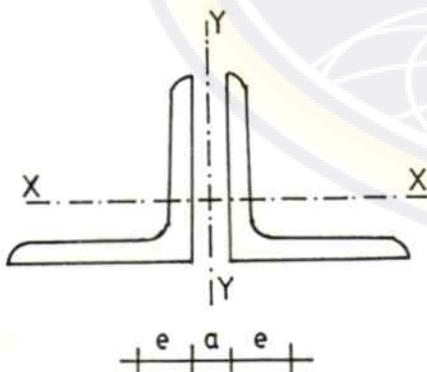
Ditaksir: profil JL 80.80.10

$$I_x = I_y = I_{\min} = 87,50 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = i_{\min} = 2,41 \text{ cm}$$

$$F = 15,10 \text{ cm}^2$$

Kontrol terhadap tekuk :



$$\begin{aligned} a &= \text{tebal pengikat} \\ &= 1,0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \text{jarak titik berat} \\ &\text{profil} \end{aligned}$$

$$= 2,34 \text{ cm}$$

- Untuk sumbu lewat bahan (X - X):

$$\lambda_x = \frac{L_{tk}}{i_{\min}} = \frac{353,6}{2,41} = 146,7220$$

$$\alpha_x = 0,1966 \quad (\text{lihat pada tabel profil baja})$$

$$\bar{\sigma}_x = \alpha_x \cdot \bar{\sigma} = 0,1966 \times 1400 = 275,24 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{ytd} = \frac{P_{\max}}{F_{\text{tot}}} = \frac{7040,1295}{2 \times 15,10} = 233,12 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi: $\bar{\sigma}_{ytd} < \bar{\sigma}_x$ (safe)

- Untuk sumbu bebas bahan (Y - Y):

$$I_y \text{ profil} = 87,50 \text{ cm}^4$$

$$\frac{1}{2}h = \frac{1}{2}(2e + a) = \frac{1}{2}(2 \cdot 2,34 + 1,0) = 2,84 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} I_y &= 2 (I_y \text{ profil} + F (\frac{1}{2}h)^2) \\ &= 2 (87,50 + 15,10 (2,84)^2) \\ &= 418,5811 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$i_{y \text{ fik}} = \sqrt{\frac{0,9 I_y}{F_{\text{tot}}}} = \sqrt{\frac{0,9 \times 418,5811}{2 \times 15,10}} = 3,5319 \text{ cm}$$

$$\lambda_{y \text{ fik}} = \frac{L_{tk}}{i_{y \text{ fik}}} = \frac{353,6}{3,5319} = 100,1161$$

$$\alpha_{y \text{ fik}} = 0,4221 \quad (\text{lihat pada tabel profil baja})$$

Jarak pelat koppel :

$$\text{Ambil: } \alpha \geq \frac{\alpha_x}{\alpha_{y \text{ fik}}} = \frac{0,1966}{0,4221} = 0,4658$$

$$\lambda = 94,7750 \quad (\text{lihat pada tabel profil - baja})$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tiap medan} &= \lambda \cdot i_{\min} \\ &= 94,7750 \times 2,41 = 228,41 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya medan} &= \frac{L_{tk}}{\text{panjang tiap medan}} \\ &= \frac{353,6}{228,41} = 1,5481 \end{aligned}$$

Dipakai 3 medan dengan 2 buah pelat koppel.

Jarak pelat koppel dengan tepi batang (L_n):

$$L_n = \frac{353,6}{3} = 117,87 \text{ cm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_n}{i_{\min}} = \frac{117,87}{2,41} = 48,9087$$

$$\alpha_y = 0,8438 \quad (\text{lihat pada tabel profil baja})$$

$$\begin{aligned} \bar{\sigma}_{tk} &= \alpha_y \cdot f_{ik} \cdot \alpha_y \cdot \bar{\sigma} \\ &= 0,4221 \times 0,8438 \times 1400 = 498,64 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{ytd} = \frac{P_{\max}}{F_{\text{tot}}} = \frac{7040,1295}{2 \times 15,10} = 233,12 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi: $\sigma_{ytd} < \bar{\sigma}_{tk} \dots\dots\dots$ (safe)

Kontrol pelat koppel :

Profil: 80.80.10

$$L_{tk} = 353,6 \text{ cm}$$

$$L_n = 117,87 \text{ cm}$$

$$d = 2,30 \text{ cm}$$

$$e = 2,34 \text{ cm}$$

$$a = 1,00 \text{ cm}$$

$$h = 2e + a = 2(2,34) + 1,00 = 5,68 \text{ cm}$$

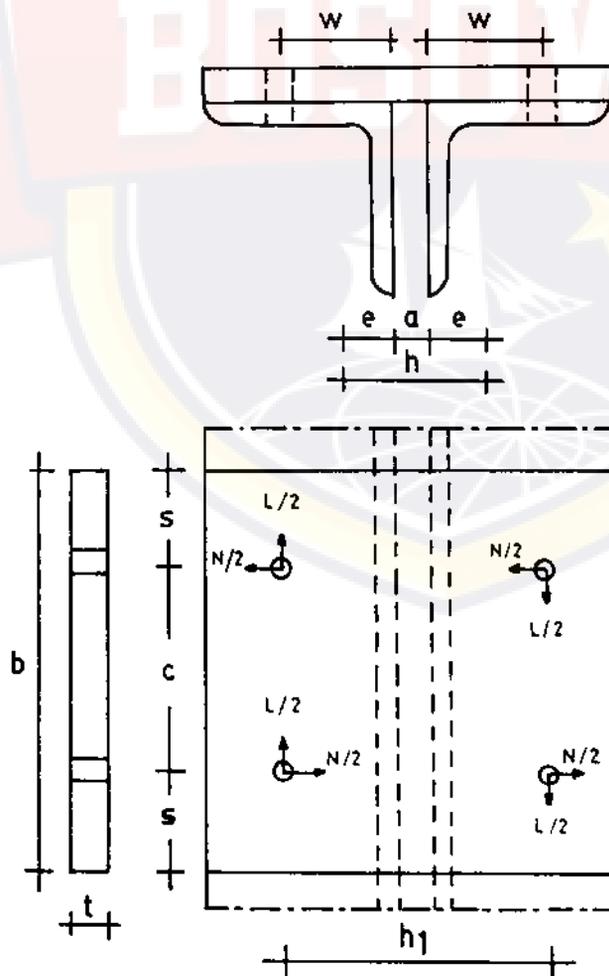
$$w = \text{jarak baut ke pinggir profil sebelah dalam.} \\ = 4,50 \text{ cm}$$

$$h_1 = 2w + a = 2(4,50) + 1,00 = 10,00 \text{ cm}$$

$$c = \text{jarak baut satu sama lain.} \\ = 4d = 4 \times 2,20 = 8,80 \text{ cm}$$

$$s = \text{jarak baut ke pinggir profil yang sejajar dengan} \\ \text{arah memanjang profil.} \\ = 2d = 2 \times 2,20 = 4,40 \text{ cm}$$

$$b = 2s + c = 2(4,40) + 8,80 = 17,60 \text{ cm}$$



$$D = 0,015 P_{\max}$$

$$= 0,015 \times 7040,1295 = 105,6019 \text{ kg}$$

$$L = \frac{D \cdot L_n}{h} = \frac{105,6019 \times 117,87}{5,68} = 2191,4253 \text{ kg}$$

Pelat koppel dalam keadaan seimbang:

$$N = \frac{L \cdot h_1}{c} = \frac{2191,4253 \times 10,00}{8,80} = 2490,2560 \text{ kg}$$

Untuk 1 baut menerima gaya sebesar:

$$\frac{1}{2} N = \frac{1}{2} \times 2490,2560 = 1245,1280 \text{ kg}$$

$$\frac{1}{2} L = \frac{1}{2} \times 2191,4253 = 1095,7127 \text{ kg}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{1}{2} N\right)^2 + \left(\frac{1}{2} L\right)^2}$$

$$= \sqrt{(1245,1280)^2 + (1095,7127)^2}$$

$$= 1658,5928 \text{ kg}$$

Kontrol kekuatan baut :

1. Terhadap geser :

$$\tau_{ytd} = \frac{R}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2}$$

$$= \frac{1658,5928}{\frac{1}{4} \times 3,14 (2,20)^2} = 436,54 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,6 \bar{\tau} = 0,6 \times 1400 = 840,00 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi: $\tau_{ytd} < \bar{\tau}_{\text{geser}}$ (safe)

2. Terhadap melesak :

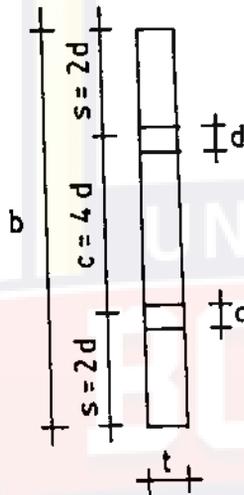
$$\sigma_{m \text{ ytd}} = \frac{R}{t \cdot d}$$

$$= \frac{1658,5928}{1,00 \times 2,20} = 753,91 \text{ kg/cm}^2$$

$$\bar{\sigma}_m = 1,5 \bar{\sigma} = 1,5 \times 1400 = 2100 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi: $\sigma_m \text{ ytd} < \bar{\sigma}_m$ (safe)

Kontrol kekuatan pelat koppel :



$$\begin{aligned} F_{\text{netto}} &= t \cdot b - 2 t \cdot d \\ &= (1,00)(17,60) - (2) \\ &= (1,00)(2,20) \\ &= 13,20 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{bruto}} &= I_{\text{pelat}} = \frac{1}{12} \cdot t \cdot b^3 \\ &= \frac{1}{12} (1,00)(17,60)^3 \\ &= 454,3147 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_d &= d \cdot t \\ &= 2,20 \times 1,00 \\ &= 2,20 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{2} c \\ &= \frac{1}{2} \times 8,80 = 4,40 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{lubang}} &= 2 F_d \cdot X^2 \\ &= 2 (2,20) (4,40)^2 = 85,1840 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{netto}} &= I_{\text{bruto}} - I_{\text{lubang}} \\ &= 454,3147 - 85,1840 = 369,1307 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{netto}} &= \frac{I_{\text{netto}}}{\frac{1}{2} b} \\ &= \frac{369,1307}{\frac{1}{2}(17,60)} = 41,9467 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$



1. Terhadap geser :

$$\tau_{\text{geser}} = \frac{L}{F_{\text{netto}}} = \frac{2191,4253}{13,20} = 166,02 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}\tau_{\text{max}} &= 3/2 \cdot \tau_{\text{geser}} \\ &= 3/2 \times 166,02 = 249,03 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\bar{\tau}_{\text{geser}} = 0,6 \bar{\sigma} = 0,6 \times 1400 = 840,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Jadi: } \tau_{\text{max}} < \bar{\tau}_{\text{geser}} \dots\dots\dots (\text{safe})$$

2. Terhadap momen :

$$\begin{aligned}M &= \frac{1}{2} N \cdot c \\ &= 1245,1280 \times 8,80 = 10957,1264 \text{ kg cm}\end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{ytd}} = \frac{M}{W_{\text{netto}}} = \frac{10957,1264}{41,9467} = 261,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Jadi: } \sigma_{\text{ytd}} < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (\text{safe})$$

3. Terhadap tegangan ideal :

$$\begin{aligned}\sigma_i &= \sqrt{(\sigma_{\text{ytd}})^2 + 3(\tau_{\text{max}})^2} \\ &= \sqrt{(261,22)^2 + 3(249,03)^2} = 504,27 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Jadi: } \sigma_i < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (\text{safe})$$

Untuk batang tekan yang lain, profil batang yang dipakai dapat dilihat pada tabel Daftar Hasil Dimensi Batang.

B. Batang tegak (batang 19, 21, 23, 25, 27, 29, dan 31).

$$P_{\max} = 11500,4041 \text{ kg (Tarik).}$$

$$\text{Panjang batang } (L_{tr}) = 2,500 \text{ m.}$$

Karena batang tarik, maka yang diperhitungkan adalah

F_{netto} .

$$\bar{\sigma}_{tr} = \frac{P_{\max}}{F_{\text{netto}}} \quad \text{atau} \quad F_{\text{netto}} = \frac{P_{\max}}{\bar{\sigma}_{tr}}$$

$$F_{\text{netto}} = \frac{11500,4041}{1400} = 8,21 \text{ cm}^2$$

Dipakai profil tersusun: $\angle L$

$$\text{Untuk satu profil: } F_{\text{netto}} = \frac{1}{2} \times 8,21 = 4,11 \text{ cm}^2$$

Ditaksir: profil $\angle L 60.60.6$

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

$$F_{\text{netto}} = 0,80 F_{\text{bruto}} = 0,80 \times 6,91 = 5,53 \text{ cm}^2$$

Tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P_{\max}}{F_{\text{tot}}} = \frac{P_{\max}}{2 F_{\text{netto}}} \\ &= \frac{11500,4041}{2 \times 5,53} = 1039,8195 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi: } \sigma < \bar{\sigma}_{tr} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots \text{ (safe)}$$

Untuk batang tarik yang lain, profil batang yang dipakai dapat dilihat pada tabel Daftar Hasil Dimensi Batang.

DAFTAR HASIL DIMENSI BATANG
KAP BANGUNAN I (UTAMA)

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (meter)	JENIS PROFIL JL
1	3,536	80.80.10
2	2,828	80.80.10
3	2,828	80.80.10
4	3,536	80.80.10
5	3,536	80.80.10
6	2,828	80.80.10
7	2,828	80.80.10
8	3,536	80.80.10
9	3,536	60.60.6
10	2,828	60.60.6
11	2,828	60.60.6
12	3,536	60.60.6
13	3,536	60.60.6
14	2,828	60.60.6
15	2,828	60.60.6
16	3,536	60.60.6
17	2,500	60.60.6
18	5,590	100.100.10
19	2,500	60.60.6
20	4,924	100.100.10
21	2,500	60.60.6
22	4,924	100.100.10
23	2,500	60.60.6
24	5,590	100.100.10
25	2,500	60.60.6
26	5,590	100.100.10
27	2,500	60.60.6
28	4,924	100.100.10
29	2,500	60.60.6
30	4,924	100.100.10
31	2,500	60.60.6
32	5,590	100.100.10
33	2,500	60.60.6

4.1.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan

Titik simpul A :

- Untuk batang 9.

$$P = 4747,2364 \text{ kg}$$

Dipakai profil $\angle 60.60.6$

$$d = 1,60 \text{ cm}$$

$$t = 1,00 \text{ cm}$$

$$P_{\text{geser}} = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot \bar{\sigma}$$

$$= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 (1,60)^2 \times (0,6)(1400)$$

$$= 3376,1280 \text{ kg}$$

$$P_{\text{melesak}} = d \cdot t \cdot 1,5 \bar{\sigma}$$

$$= 1,60 \times 1,00 \times 1,5 (1400)$$

$$= 3360 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah baut yang dipakai} = \frac{4747,2364}{3360} = 1,4129 \text{ buah}$$

Jadi jumlah baut yang dipakai minimal: 2 buah baut.

- Untuk batang 17 dan 18.
Untuk menghitung jumlah baut yang digunakan batang 17 dan 18 pada titik simpul A, prinsip perhitungannya sama dengan perhitungan pada batang 9, demikian pula untuk batang-batang yang ada pada titik simpul yang lain. Hasil perhitungan jumlah baut dapat dilihat pada tabel yang terlampir pada halaman berikut.

Titik Simpul	Batang	P (kg)	Jenis profil		D (cm)	L (cm)	P geser	M geser	
			a	b					
R	9	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNN
	17	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NN
	18	+	100	100	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	17	+	80	80	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
C	1	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	17	+	80	80	10	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	4	+	60	60	6	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	5	+	60	60	6	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	24	+	100	100	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	25	+	100	100	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
E	12	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	13	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	25	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	25	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
F	1	+	80	80	10	2.20	1.00	6382.9920	NNNN
	2	+	80	80	10	2.20	1.00	6382.9920	NNNN
	18	+	100	100	10	2.20	1.00	6382.9920	NNNN
	19	+	100	100	10	2.20	1.00	6382.9920	NNNN
G	2	+	80	80	10	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	3	+	80	80	10	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	20	+	80	80	10	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	21	+	80	80	10	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
H	3	+	60	60	6	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	4	+	60	60	6	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	22	+	100	100	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
	23	+	100	100	10	1.60	1.00	6382.9920	NNNN
I	9	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	10	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	19	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	20	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
M	10	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	11	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	21	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	22	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
N	11	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	12	-	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	23	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN
	23	+	60	60	6	1.60	1.00	3376.1280	NNNN

4.1.6. Perhitungan Perletakan

Beban P yang langsung bekerja pada perletakan yang paling besar adalah akibat berat sendiri + Beban tak terduga.

$$P = 188,22 + 100 = 288,22 \text{ kg} \approx 290 \text{ kg}$$

Reaksi perletakan yang paling besar adalah juga akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$R_{\max} = 1505,76 + 450 = 1955,76 \text{ kg} \approx 2000 \text{ kg}$$

Tekanan dari konstruksi kap (kuda-kuda) diteruskan pada pelat kaki dengan melalui baja sudut kaki, sedangkan pada kedua sisi siku dari profil yang mendatar diikat dengan baut jangkar.

Digunakan pelat kaki dengan tebal (t) = 10 mm.

$$\text{Perhitungan baut jangkar pada sisi datar profil siku :}$$

$$D = R_{\max} - P$$

$$= 2000 - 290 = 1710 \text{ kg}$$

Untuk sebuah baut jangkar menerima beban :

$$\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 1710 = 855 \text{ kg}$$

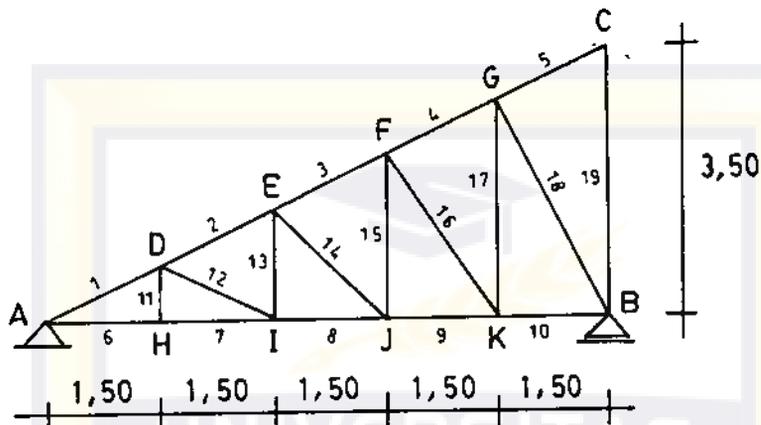
$$F = \frac{D}{t} = \frac{855}{0,6 \times 14,00} = 1,0179 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1,0179}{3,14}} = 1,14 \text{ cm}$$

Jadi digunakan 2 buah baut jangkar diameter (d) = $\varnothing \frac{1}{2}$ "

4.2. Perhitungan Konstruksi Kap pada Bangunan II
(Bangunan Sayap)



Gambar: 4.2.1

Bentang kap (L) = 7,50 m.

Jarak kap (b) = 2,40 m.

Perhitungan Panjang Batang

- Panjang batang atas :

$$L_1, L_2, L_3, L_4, \text{ dan } L_5 = \frac{\text{Panjang AC}}{5}$$

$$= \frac{8,276}{5} = 1,655 \text{ m.}$$

- Panjang batang vertikal :

$$L_{19} = 3,500 \text{ m.}$$

$$L_{17} = \frac{6,00 \times 3,50}{7,50} = 2,800 \text{ m.}$$

$$L_{15} = \frac{4,50 \times 3,50}{7,50} = 2,100 \text{ m.}$$

$$L_{13} = \frac{3,00 \times 3,50}{7,50} = 1,400 \text{ m.}$$

$$L_{11} = \frac{1,50 \times 3,50}{7,50} = 0,700 \text{ m.}$$

- Panjang batang diagonal :

$$L_{12} = \sqrt{(1,50)^2 + (0,70)^2} = 1,655 \text{ m.}$$

$$L_{14} = \sqrt{(1,50)^2 + (1,40)^2} = 2,052 \text{ m.}$$

$$L_{16} = \sqrt{(1,50)^2 + (2,10)^2} = 2,581 \text{ m.}$$

$$L_{18} = \sqrt{(1,50)^2 + (2,80)^2} = 3,176 \text{ m.}$$

- Panjang batang bawah :

$$L_6, L_7, L_8, L_9, \text{ dan } L_{10} = 1,500 \text{ m.}$$

4.2.1. Perhitungan Gording



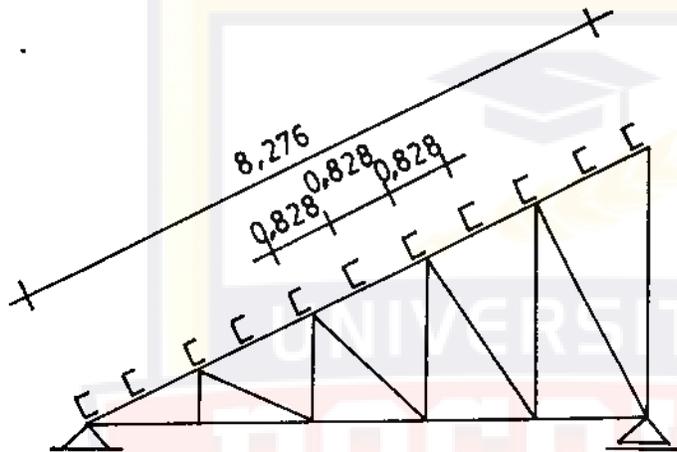
Gambar: 4.2.2

$$\tan \alpha = \frac{3,50}{7,50} = 0,4667 \implies \alpha = 25,02^\circ \approx 25^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang AC} &= \sqrt{(\text{Panjang AB})^2 + (\text{Panjang BC})^2} \\ &= \sqrt{(7,50)^2 + (3,50)^2} = 8,276 \text{ m.} \end{aligned}$$

Panjang AD = DE = EF = FG = GC = $\frac{8,276}{5} = 1,655$ m.

Jadi jarak gording = $\frac{1}{2} \times 1,655 = 0,828$ m.

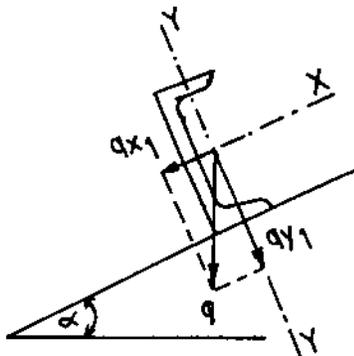


Gambar: 4.2.3

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

- Berat sendiri.
- Berat atap.
- Beban tak terduga.
- Beban angin.

a. Berat sendiri.



Gambar: 4.2.4

Dipakai profil baja C10

Dari tabel baja diperoleh :

$$I_x = 206 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 29,3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 41,2 \text{ cm}^3$$

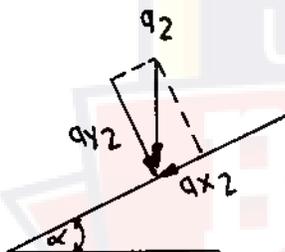
$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$q = 10,6 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 q_{x1} &= q \sin \alpha & q_{y1} &= q \cos \alpha \\
 &= 10,6 \sin 25^\circ & &= 10,6 \cos 25^\circ \\
 &= 4,4798 \text{ kg/m} & &= 9,6069 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= 1/8 \cdot q_{y1} \cdot b^2 = 1/8 (9,6069) (2,40)^2 \\
 &= 6,9170 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{y1} &= 1/8 \cdot q_{x1} \cdot b^2 = 1/8 (4,4798) (2,40)^2 \\
 &= 3,2255 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

b. Berat atap.

Gambar: 4.2.5

Berat atap genteng beton
adalah 50 kg/m^2

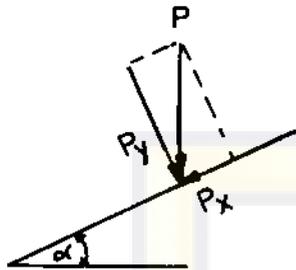
q_2 = jarak gording x berat
atap

$$= 0,828 \times 50 = 41,40 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 q_{x2} &= q_2 \sin \alpha & q_{y2} &= q_2 \cos \alpha \\
 &= 41,40 \sin 25^\circ & &= 41,40 \cos 25^\circ \\
 &= 17,4964 \text{ kg/m} & &= 37,5211 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x2} &= 1/8 \cdot q_{y2} \cdot b^2 = 1/8 (37,5211) (2,40)^2 \\
 &= 27,0152 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{y2} &= 1/8 \cdot q_{x2} \cdot b^2 = 1/8 (17,4964) (2,40)^2 \\
 &= 12,5974 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

c. Beban tak terduga.

Gambar: 4.2.6

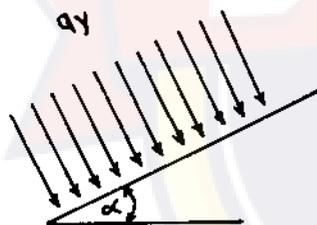
$$P = 100 \text{ kg}$$

$$P_x = P \sin \alpha = 100 \sin 25^\circ \\ = 42,2618 \text{ kg}$$

$$P_y = P \cos \alpha = 100 \cos 25^\circ \\ = 90,6308 \text{ kg}$$

$$M_{x_3} = 1/4 \cdot P_y \cdot b = 1/4 (90,6308) (2,40) \\ = 54,3785 \text{ kg m}$$

$$M_{y_3} = 1/4 \cdot P_x \cdot b = 1/4 (42,2618) (2,40) \\ = 25,3571 \text{ kg m}$$

d. Beban angin.

Gambar: 4.2.7

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien angin :

$$C = 0,02 \alpha - 0,4 \\ = 0,02 (25) - 0,4 \\ = 0,1$$

$$q_{\text{angin}} = \text{jarak gording} \times \text{beban angin} \\ = 0,828 \times 40 = 33,12 \text{ kg/m}$$

$$q_x = 0$$

$$q_y = C \cdot q_{\text{angin}} = 0,1 \times 33,12 = 3,3120 \text{ kg/m}$$

$$M_{x_4} = 1/8 \cdot q_y \cdot b^2 = 1/8 (3,3120) (2,40)^2 \\ = 2,3846 \text{ kg m}$$

$$M_{y_4} = 0$$

Kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned} Mx_{total} &= Mx_1 + Mx_2 + Mx_3 + Mx_4 \\ &= 6,9170 + 27,0152 + 54,3785 + 2,3846 \\ &= 90,6953 \text{ kg m} \\ &= 9069,53 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} My_{total} &= My_1 + My_2 + My_3 + My_4 \\ &= 3,2255 + 12,5974 + 25,3571 + 0 \\ &= 41,1800 \text{ kg m} \\ &= 4118,00 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned} \sigma_{ytd} &= \frac{Mx_{total}}{W_x} + \frac{My_{total}}{W_y} \\ &= \frac{9069,53}{41,2} + \frac{4118,00}{8,49} \\ &= 705,18 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (\text{safe}) \end{aligned}$$

Kontrol lendutan yang terjadi :

a. Akibat beban atap dan berat sendiri.

$$\begin{aligned} Rx_1 &= qx_1 + qx_2 \\ &= 4,4798 + 17,4964 \\ &= 21,9762 \text{ kg/m} = 0,2198 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ry_1 &= qy_1 + qy_2 \\ &= 9,6069 + 37,5211 \\ &= 47,1280 \text{ kg/m} = 0,4713 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$f_{x_1} = \frac{5}{384} \frac{R_{y_1} \cdot b^4}{E \cdot I_x}$$

Dimana: $b = 2,40 \text{ m}$
 $= 240 \text{ cm}$
 $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,4713 (240)^4}{2100000 \times 206}$$

$$= 0,0471 \text{ cm}$$

$$f_{y_1} = \frac{5}{384} \frac{R_{x_1} \cdot b^4}{E \cdot I_y}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,2198 (240)^4}{2100000 \times 29,3}$$

$$= 0,1543 \text{ cm}$$

b. Akibat beban tak terduga.

$$P_x = 42,2618 \text{ kg} \quad ; \quad P_y = 90,6308 \text{ kg}$$

$$f_{x_2} = \frac{P_y \cdot b^3}{48 E \cdot I_y}$$

$$= \frac{90,6308 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 29,3}$$

$$= 0,4242 \text{ cm}$$

$$f_{y_2} = \frac{P_x \cdot b^3}{48 E \cdot I_x}$$

$$= \frac{42,2618 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 206}$$

$$= 0,0281 \text{ cm}$$

c. Akibat beban angin.

$$q_x = 0$$

$$q_y = 3,3120 \text{ kg/m}$$

$$= 0,0331 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned}
 f_{x_3} &= \frac{5}{384} \frac{q_y \cdot b^4}{E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5}{384} \times \frac{0,0331 (240)^4}{2100000 \times 206} \\
 &= 0,0033 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{y_3} = 0$$

Lendutan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned}
 f_{x_{total}} &= f_{x_1} + f_{x_2} + f_{x_3} \\
 &= 0,0471 + 0,4242 + 0,0033 \\
 &= 0,4746 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{y_{total}} &= f_{y_1} + f_{y_2} + f_{y_3} \\
 &= 0,1543 + 0,0281 + 0 \\
 &= 0,1824 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{ytd} &= \sqrt{(f_{x_{total}})^2 + (f_{y_{total}})^2} \\
 &= \sqrt{(0,4746)^2 + (0,1824)^2} = 0,5084 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{max} = \frac{1}{300} L = \frac{1}{300} \times 240 = 0,80 \text{ cm}$$

Jadi: $f_{ytd} < f_{max}$ (safe)

4.2.2. Perhitungan Kuda-Kuda

Berat yang dipikul oleh konstruksi adalah :

a. Berat sendiri:

- Berat kuda-kuda.
- Berat gording.
- Berat atap.

b. Beban tak terduga.

c. Beban angin.

a. Berat sendiri.

- Berat kuda-kuda.

Berat sendiri pada titik kumpul :

$$\frac{(L + 3) L \cdot b}{n - 1} \quad \text{Dimana: } n = \text{jumlah titik kumpul}$$

$$\frac{(7,50 + 3) 7,50 \times 2,40}{6 - 1} = 37,80 \text{ kg}$$

Berat sendiri pada titik kumpul D, E, F, dan G adalah 37,80 kg.

Berat sendiri pada titik kumpul ujung A dan C adalah $\frac{1}{2} \times 37,80 = 18,90$ kg.

- Berat gording.

Berat profil yang dipakai $C_{10} = 10,6$ kg/m.

Berat yang dipikul pada titik kumpul D, E, F, dan G adalah: $2 (10,6 \times 2,40) = 50,88$ kg.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung A dan C adalah: $\frac{1}{2} \times 50,88 = 25,44$ kg.

- Berat atap.

Berat atap genteng beton = 50 kg/m^2 .

Jarak gording = $0,828 \text{ m}$.

Berat atap setiap jarak gording adalah:

$$0,828 \times 50 = 41,40 \text{ kg/m}.$$

Berat yang dipikul pada titik kumpul D, E, F, dan G adalah: $41,40 \times 2,40 = 99,36 \text{ kg}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung A dan C adalah: $\frac{1}{2} \times 99,36 = 49,68 \text{ kg}$.

TITIK KUMPUL	A	D	E
BERAT SENDIRI			
Berat Kuda-Kuda	18,90	37,80	37,80
Berat Gording	25,44	50,88	50,88
Berat Atap	49,68	99,36	99,36
BERAT TOTAL (kg)	94,02	188,04	188,04

F	G	C
37,80	37,80	18,90
50,88	50,88	25,44
99,36	99,36	49,68
188,04	188,04	94,02

b. Beban tak terduga.

Berat yang dipikul pada titik kumpul A, D, E, F, G, dan C adalah 100 kg.

c. Beban angin.

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{- Koefisien angin tekan} = 0,02 (25) - 0,4 = 0,1$$

Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul

$$\text{D, E, F, dan G} = 0,1 \times 40 \times 1,655 \times 2,40$$

$$= 15,8880 \text{ kg.}$$

Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul

$$\text{ujung A dan C} = \frac{1}{2} \times 15,8880 = 7,9440 \text{ kg.}$$

$$\text{- Koefisien angin hisap} = -0,4 \text{ (pada dinding).}$$

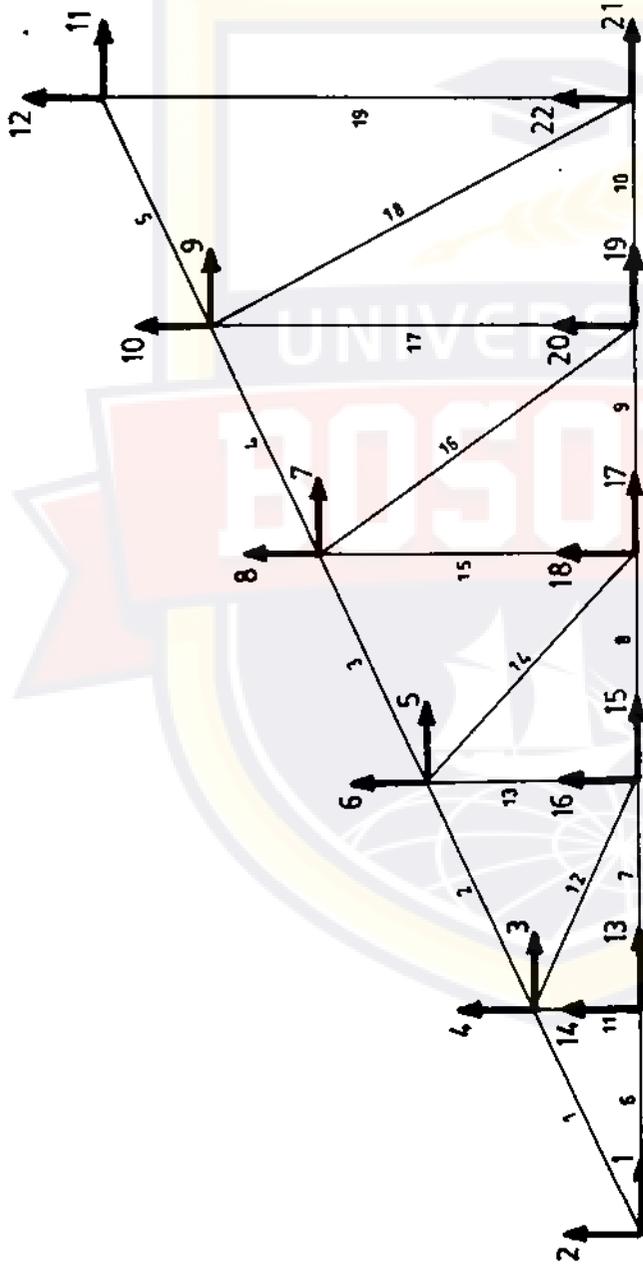
Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul

$$\text{ujung B dan C} = \frac{1}{2} \times -0,4 \times 40 \times 3,50 \times 2,40$$

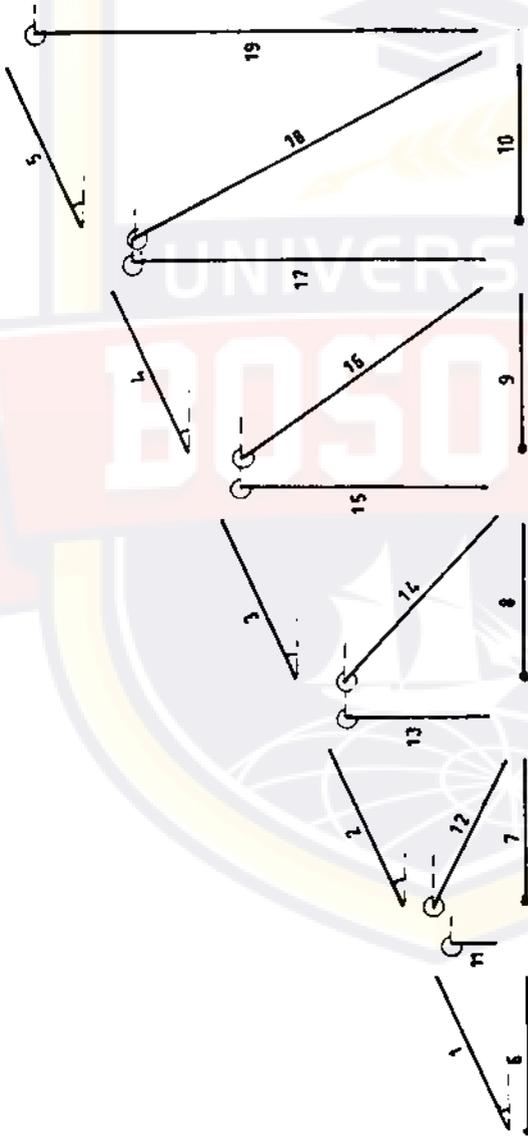
$$= -67,2000 \text{ kg.}$$

4.2.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang

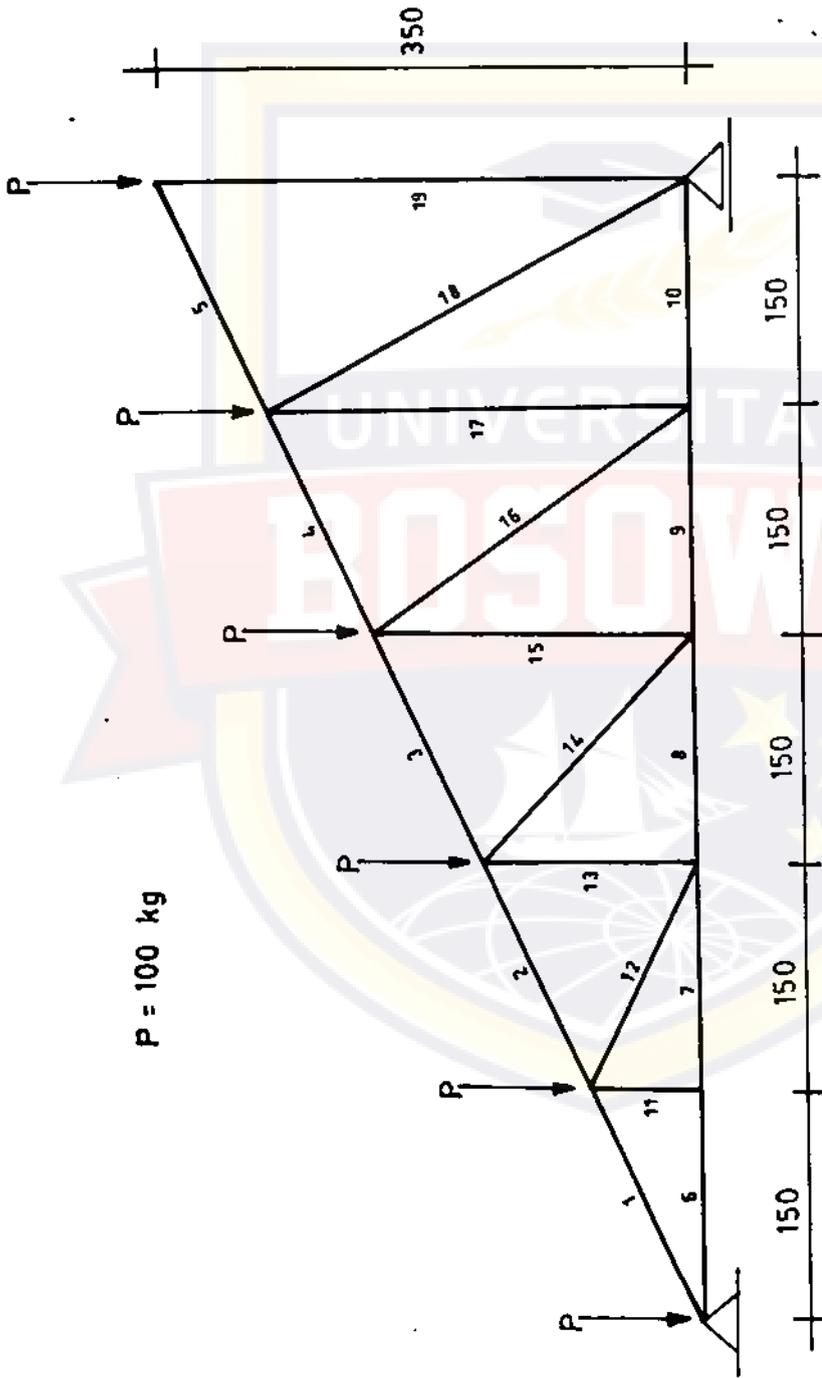
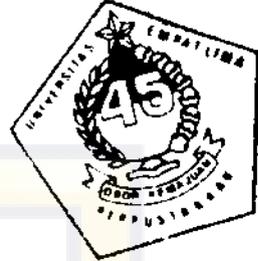
Untuk selengkapnya dapat dilihat pada halaman berikut ini.



vektor gaya lendutan titik diskrit
yang sesuai dengan koordinat struktur

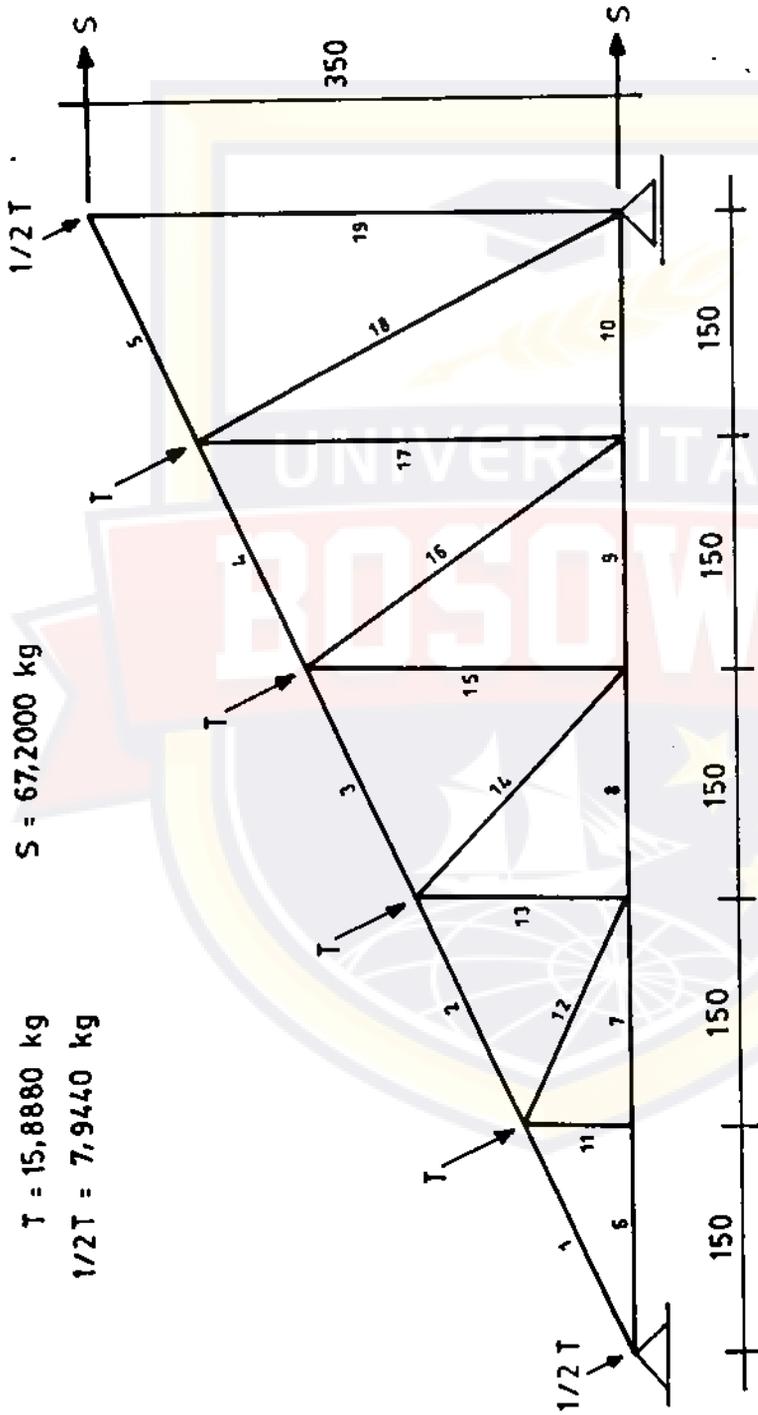


sudut transformasi tiap-tiap elemen batang



$P = 100 \text{ kg}$

KAP BANGUNAN II (sayap) AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA



$S = 67,2000 \text{ kg}$

$T = 15,8880 \text{ kg}$

$1/2 T = 7,9440 \text{ kg}$

KAP BANGUNAN II (sayap)

AKIBAT BEBAN ANGIN

MATRIKS KEKAKUAN KOORDINAT STRUKTUR
KAP BANGUNAN II (SAYAP)

BATANG 1 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 0,700/1,500 \\ \sin \alpha &= 0,700/1,655 \\ \cos \alpha &= 1,500/1,655 \end{aligned}$$

$$[K_1]_e = AE/1,655 \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

BATANG 2 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 0,700/1,500 \\ \sin \alpha &= 0,700/1,655 \\ \cos \alpha &= 1,500/1,655 \end{aligned}$$

$$[K_2]_e = AE/1,655 \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix}$$

BATANG 5 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 0,700/1,500 \\ \sin \alpha &= 0,700/1,655 \\ \cos \alpha &= 1,500/1,655 \end{aligned}$$

$$[K_5]_s = AE/1,655 \begin{matrix} & \begin{matrix} 9 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,8215 & 0,3833 & -0,8215 & -0,3833 \\ 0,3833 & 0,1789 & -0,3833 & -0,1789 \\ -0,8215 & -0,3833 & 0,8215 & 0,3833 \\ -0,3833 & -0,1789 & 0,3833 & 0,1789 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & \begin{matrix} 9 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,4954 & 0,2316 & -0,4954 & -0,2316 \\ 0,2316 & 0,1081 & -0,2316 & -0,1081 \\ -0,4954 & -0,2316 & 0,4954 & 0,2316 \\ -0,2316 & -0,1081 & 0,2316 & 0,1081 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

BATANG 6 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ \sin \alpha &= 0 \\ \cos \alpha &= 1 \end{aligned}$$

$$[K_6]_s = AE/1,500 \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 13 & 14 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 13 \\ 14 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 13 & 14 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 13 \\ 14 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,6667 & 0,0000 & -0,6667 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \\ -0,6667 & 0,0000 & 0,6667 & 0,0000 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

BATANG 9 :

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = 1$$

$$[K_9]_s = AE/1,500$$

1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	17
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	18
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	19
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20
17	18	19	20	

$$= AE$$

0.6667	0.0000	-0.6667	0.0000	17
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	18
-0.6667	0.0000	0.6667	0.0000	19
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20
17	18	19	20	

BATANG 10 :

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha = 1$$

$$[K_{10}]_s = AE/1,500$$

1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	19
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	21
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	22
19	20	21	22	

$$= AE$$

0.6667	0.0000	-0.6667	0.0000	19
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	20
-0.6667	0.0000	0.6667	0.0000	21
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	22
19	20	21	22	

BATANG 11 :

$$\begin{aligned}\alpha &= 270^\circ \\ \sin \alpha &= -1 \\ \cos \alpha &= 0\end{aligned}$$

$$[K_{11}]_s = \frac{AE}{0,700} \begin{array}{cccc|c} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 3 \\ 0.0000 & 1.0000 & 0.0000 & -1.0000 & 4 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 13 \\ 0.0000 & -1.0000 & 0.0000 & 1.0000 & 14 \\ \hline & 3 & 4 & 13 & 14 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{1} \begin{array}{cccc|c} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 3 \\ 0.0000 & 1.4286 & 0.0000 & -1.4286 & 4 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 13 \\ 0.0000 & -1.4286 & 0.0000 & 1.4286 & 14 \\ \hline & 3 & 4 & 13 & 14 \end{array}$$

BATANG 12 :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= -0,700/1,500 \\ \sin \alpha &= -0,700/1,655 \\ \cos \alpha &= 1,500/1,655\end{aligned}$$

$$[K_{12}]_s = \frac{AE}{1,655} \begin{array}{cccc|c} 0.8215 & -0.3833 & -0.8215 & 0.3833 & 3 \\ -0.3833 & 0.1789 & 0.3833 & -0.1789 & 4 \\ -0.8215 & 0.3833 & 0.8215 & -0.3833 & 15 \\ 0.3833 & -0.1789 & -0.3833 & 0.1789 & 16 \\ \hline & 3 & 4 & 15 & 16 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{1} \begin{array}{cccc|c} 0.4964 & -0.2316 & -0.4964 & 0.2316 & 3 \\ -0.2316 & 0.1081 & 0.2316 & -0.1081 & 4 \\ -0.4964 & 0.2316 & 0.4964 & -0.2316 & 15 \\ 0.2316 & -0.1081 & -0.2316 & 0.1081 & 16 \\ \hline & 3 & 4 & 15 & 16 \end{array}$$

BATANG 13 :

$$\begin{aligned}\alpha &= 270^\circ \\ \sin \alpha &= -1 \\ \cos \alpha &= 0\end{aligned}$$

$$[K_{13}]_s = \frac{AE}{1,400} \begin{array}{cccc|c} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 5 \\ 0.0000 & 1.0000 & 0.0000 & -1.0000 & 6 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 15 \\ 0.0000 & -1.0000 & 0.0000 & 1.0000 & 16 \\ \hline & 5 & 6 & 15 & 16 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{1,400} \begin{array}{cccc|c} 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 5 \\ 0.0000 & 0.7143 & 0.0000 & -0.7143 & 6 \\ 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 0.0000 & 15 \\ 0.0000 & -0.7143 & 0.0000 & 0.7143 & 16 \\ \hline & 5 & 6 & 15 & 16 \end{array}$$

BATANG 14 :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= -1,400/1,500 \\ \sin \alpha &= -1,400/2,052 \\ \cos \alpha &= 1,500/2,052\end{aligned}$$

$$[K_{14}]_s = \frac{AE}{2,052} \begin{array}{cccc|c} 0.5344 & -0.4987 & -0.5344 & 0.4987 & 5 \\ -0.4987 & 0.4655 & 0.4987 & -0.4655 & 6 \\ -0.5344 & 0.4987 & 0.5344 & -0.4987 & 17 \\ 0.4987 & -0.4655 & -0.4987 & 0.4655 & 18 \\ \hline & 5 & 6 & 17 & 18 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{2,052} \begin{array}{cccc|c} 0.2604 & -0.2430 & -0.2604 & 0.2430 & 5 \\ -0.2430 & 0.2269 & 0.2430 & -0.2269 & 6 \\ -0.2604 & 0.2430 & 0.2604 & -0.2430 & 17 \\ 0.2430 & -0.2269 & -0.2430 & 0.2269 & 18 \\ \hline & 5 & 6 & 17 & 18 \end{array}$$

BATANG 15 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$[K_{15}]_s = AE/2,100$$

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7
0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	8
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	17
0.0000	-1.0000	0.0000	1.0000	18
	7	8	17	18

$$= AE$$

0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7
0.0000	0.4762	0.0000	-0.4762	8
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	17
0.0000	-0.4762	0.0000	0.4762	18
	7	8	17	18

BATANG 16 :

$$\tan \alpha = -2,100/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,100/2,581$$

$$\cos \alpha = 1,500/2,581$$

$$[K_{16}]_s = AE/2,581$$

0.3378	-0.4729	-0.3378	0.4729	7
-0.4729	0.6620	0.4729	-0.6620	8
-0.3378	0.4729	0.3378	-0.4729	19
0.4729	-0.6620	-0.4729	0.6620	20
	7	8	19	20

$$= AE$$

0.1309	-0.1832	-0.1309	0.1832	7
-0.1832	0.2565	0.1832	-0.2565	8
-0.1309	0.1832	0.1309	-0.1832	19
0.1832	-0.2565	-0.1832	0.2565	20
	7	8	19	20



BATANG 17 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

[K 17]s = AE/2,800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9
	0.0000	1.0000	0.0000	-1.0000	10
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	19
	0.0000	-1.0000	0.0000	1.0000	20
	9	10	19	20	

= AE	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9
	0.0000	0.3571	0.0000	-0.3571	10
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	19
	0.0000	-0.3571	0.0000	0.3571	20
	9	10	19	20	

BATANG 18 :

$$\tan \alpha = -2,800/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,800/3,176$$

$$\cos \alpha = 1,500/3,176$$

[K 18]s = AE/3,176	0.2231	-0.4164	-0.2231	0.4164	9
	-0.4164	0.7772	0.4164	-0.7772	10
	-0.2231	0.4164	0.2231	-0.4164	21
	0.4164	-0.7772	-0.4164	0.7772	22
	9	10	21	22	

= AE	0.0702	-0.1311	-0.0702	0.1311	9
	-0.1311	0.2447	0.1311	-0.2447	10
	-0.0702	0.1311	0.0702	-0.1311	21
	0.1311	-0.2447	-0.1311	0.2447	22
	9	10	21	22	

BATANG 19 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1$$

$$\cos \alpha = 0$$

$$[K_{19}]_s = AE/3,500 \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 11 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 12 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 22 \\ & 11 & 12 & 21 & 22 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 11 \\ 0,0000 & 0,2857 & 0,0000 & -0,2857 & 12 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & -0,2857 & 0,0000 & 0,2857 & 22 \\ & 11 & 12 & 21 & 22 \end{matrix}$$

AKIBAT BERAT SENDIRI
 PADA KAP BANGUNAN II (SAYAP)

(Qs)	(Ds)
0.0000	-2413.9769
-188.0400	4101.3655
0.0000	-1188.1613
-188.0400	1273.0287
0.0000	-799.5825
-188.0400	-228.6925
0.0000	-906.9547
-188.0400	-466.7396
0.0000	-971.1680
-94.0200	-329.1081
0.0000	-1022.3607
0.0000	4101.3655
0.0000	-2044.7214
0.0000	1748.7860
0.0000	-1974.9030
0.0000	-15.9741
0.0000	-1742.5524
0.0000	-648.7686
0.0000	-1579.9137

3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

1/AIE

AS

BOSOWA

AKIBAT BERAT SENDIRI
 PADA KAP BANGUNAN II (SAYAP)

BATANG 1 :

[T 1]

0.9063	0.4230	0.0000	0.0000
-0.4230	0.9063	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.9063	0.4230
0.0000	0.0000	-0.4230	0.9063

{ 0 1 }i

0.0000	1
0.0000	2
-453.1779	3
4738.2671	4

[K 1]i

1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

{ 0 1 }i

453.1779	1
0.0000	2
-453.1779	3
0.0000	4

{ 0 1 }i/1.655

273.8235	1
0.0000	2
-273.8235	3
0.0000	4

BATANG 2 :

[T 2]

0.9063	0.4230	0.0000	0.0000
-0.4230	0.9063	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.9063	0.4230
0.0000	0.0000	-0.4230	0.9063

{ 0 2 }i

-2413.9769	3
4101.3655	4
-1188.1613	5
1273.0287	6

[K 2]i

1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

{ 0 2 }i

85.2643	3
0.0000	4
-85.2643	5
0.0000	6

{ 0 2 }i/1.655

51.5192	3
0.0000	4
-51.5192	5
0.0000	6

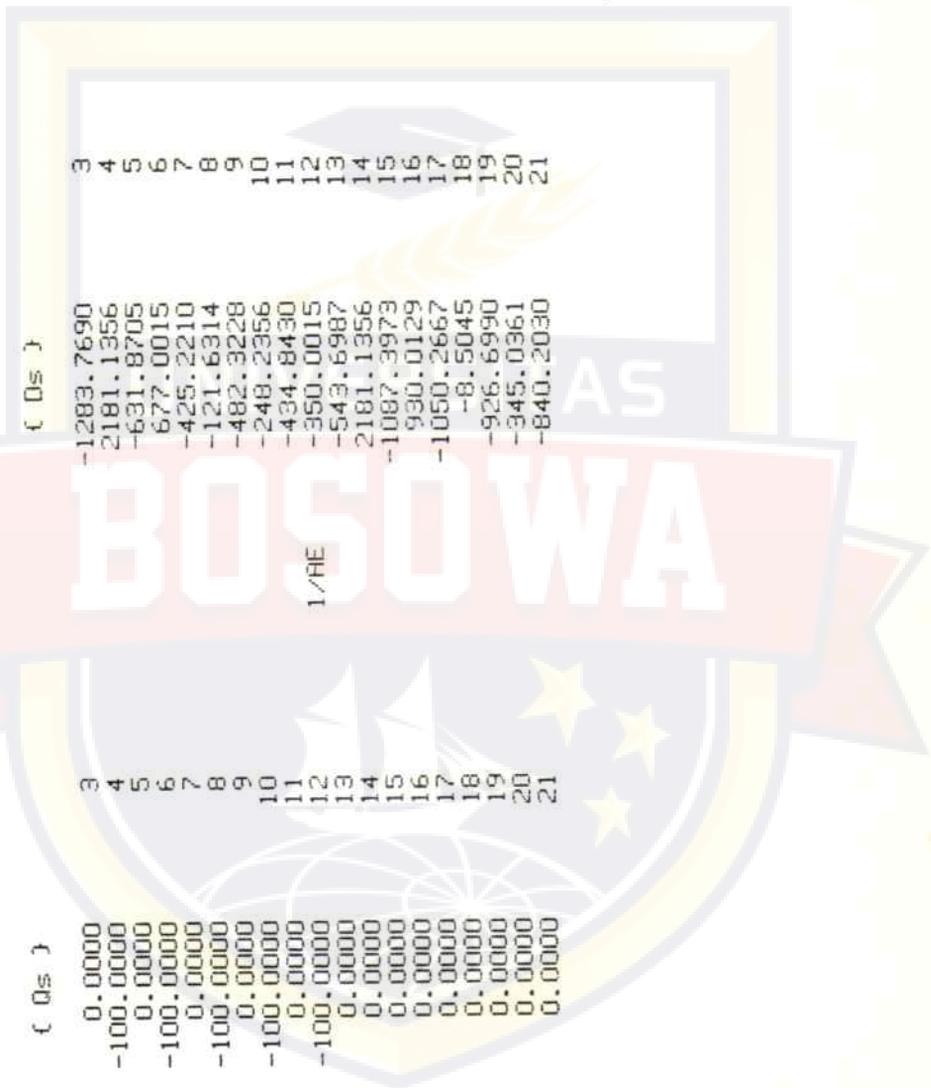
AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA
PADA KAP BANGUNAN II (SAYAP)

(Ds)	(Ds)
0.0000	-1283.7690
-100.0000	2181.1356
0.0000	-631.8705
-100.0000	677.0015
0.0000	-425.2210
-100.0000	-121.6314
0.0000	-482.3228
-100.0000	-248.2356
0.0000	-434.8430
-100.0000	-350.0015
0.0000	-543.6987
0.0000	2181.1356
0.0000	-1087.3973
0.0000	930.0129
0.0000	-1050.2667
0.0000	-8.5045
0.0000	-926.6990
0.0000	-345.0361
0.0000	-840.2030

1/AE

BOSOWA

AS



AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA
PADA KAP BANGUNAN II (SAYAP)

BATANG 1 :

		[T 1]		[O 1]s		[O 1]i	
0.9063	0.4230	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1
-0.4230	0.9063	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2
0.0000	0.0000	0.9063	0.4230	-1283.7690	-241.0022	-241.0022	3
0.0000	0.0000	-0.4230	0.9063	2181.1356	2519.8439	2519.8439	4
		[K 1]i		[O 1]i		[O 1]i/1.655	
1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	0.0000	241.0022	145.6206	1
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-241.0022	-241.0022	-145.6206	3
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2519.8439	0.0000	0.0000	4

BATANG 2 :

		[T 2]		[O 2]s		[O 2]i	
0.9063	0.4230	0.0000	0.0000	-1283.7690	-241.0022	-241.0022	3
-0.4230	0.9063	0.0000	0.0000	2181.1356	2519.8439	2519.8439	4
0.0000	0.0000	0.9063	0.4230	-631.8705	-286.3472	-286.3472	5
0.0000	0.0000	-0.4230	0.9063	677.0015	880.8529	880.8529	6
		[K 2]i		[O 2]i		[O 2]i/1.655	
1.0000	0.0000	-1.0000	0.0000	-241.0022	45.3450	27.3988	3
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2519.8439	0.0000	0.0000	4
-1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	-286.3472	-45.3450	-27.3988	5
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	880.8529	0.0000	0.0000	6

AKIBAT BEBAN ANGIN
PADA KAP BANGUNAN II (SAYAP)

(Qs)	(Os)
6.7188	-157.74094
-14.3974	699.811341
6.7188	137.100271
-14.3974	481.856850
6.7188	383.957593
-14.3974	271.327181
6.7188	596.063213
-14.3974	115.747285
70.5594	856.705254
-7.1987	-140.38272
0.0000	-32.589970
0.0000	699.811341
0.0000	-65.167941
0.0000	536.575707
0.0000	27.8797247
0.0000	301.520025
0.0000	143.997464
0.0000	109.139638
67.2000	257.568296

1/AE



JUMLAH GAYA BATANG (Kg)

Kap Bangunan II (Sayap)

BATANG AKIBAT DARI SENDIRI	GAYA BATANG AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA		GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN		JUMLAH GAYA BATANG TOTAL		PANJANG BATANG (Meter)	
	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)		
05	-	145.6206	-	-	92.4623	419.4441	92.4623	1.655
02	-	27.3988	-	-	105.7653	78.9180	105.7653	1.655
06	-	40.9334	-	-	81.3849	261.9200	81.3849	1.655
09	-	63.6269	-	-	75.8491	183.2648	75.8491	1.655
01	-	0.0060	-	-	77.8277	0.0141	77.8277	1.655
	681.5738	-	362.4658	-	21.7226	-	1065.7622	1.500
	681.5738	-	362.4658	-	21.7226	-	1065.7622	1.500
	46.5456	-	24.7538	-	62.0318	-	133.3312	1.500
	154.9004	-	82.3785	-	77.4118	-	314.6907	1.500
	108.4259	-	57.6640	-	75.7139	-	241.8038	1.500
	-	-	-	-	-	-	-	0.700
70	-	427.2847	-	92.4141	-	1323.1558	-	1.655
	339.8266	-	180.7224	-	39.0849	-	559.6339	1.400
05	-	78.8738	-	21.0513	-	248.2356	-	2.052
	101.2945	-	53.8700	-	14.3775	-	169.5420	2.100
55	-	42.4926	-	2.9042	-	125.3023	-	2.581
	65.0104	-	34.5716	-	2.3599	-	101.9419	2.800
37	-	122.1258	-	18.0579	-	369.8174	-	3.176
00	-	100.0000	-	40.1093	-	234.1293	-	3.500

GAYA BATANG MAKSIMUM

Kap Bangunan II (Sayap)

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (Meter)	GAYA BATANG TOTAL (Kg)		GAYA BATANG MAKSIMUM (Kg)	
		Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)
1	1.655	419.4441	-		
2	1.655	-	105.7653		
3	1.655	261.9200	-	419.4441	-
4	1.655	183.2648	-		
5	1.655	-	77.8277		
6	1.500	-	1065.7622		
7	1.500	-	1065.7622		
8	1.500	-	133.3312	-	1065.7622
9	1.500	-	314.6907		
10	1.500	-	241.8038		
11	0.700	-	-		
13	1.400	-	559.6339		
15	2.100	-	169.5420	-	559.6339
17	2.800	-	101.9419		
19	3.500	234.1293	-		
12	1.655	1323.1558	-		
14	2.052	248.2356	-	1323.1558	-
16	2.581	125.3023	-		
18	3.176	369.8174	-		

4.2.4. Perhitungan Dimensi Batang

Prinsip perhitungan dimensi batang pada konstruksi Kap bangunan II analog pada perhitungan dimensi batang pada Kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil dimensi selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Hasil Dimensi Batang untuk Kap Bangunan II (sayap) terlampir.

4.2.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan

Prinsip perhitungan jumlah baut pelat sambungan - untuk kap bangunan II analog pada perhitungan jumlah baut untuk kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil jumlah baut selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Perhitungan - Jumlah baut pada Pelat Sambungan untuk Kap Bangunan II - terlampir.

4.2.6. Perhitungan Perletakan

Beban P yang langsung bekerja pada perletakan yang paling besar adalah akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$P = 94,02 + 100 = 194,02 \text{ kg} \approx 200 \text{ kg}$$

Reaksi perletakan yang paling besar adalah juga akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$R_{\max} = 470,10 + 300 = 770,10 \text{ kg} \approx 800 \text{ kg}$$

Tekanan dari konstruksi kap (kuda-kuda) diteruskan pada pelat kaki dengan melalui baja sudut kaki, sedangkan pada kedua sisi siku dari profil yang mendatar diikat de-

ngan baut jangkar.

Digunakan pelat kaki dengan tebal (t) = 10 mm.

Perhitungan baut jangkar pada sisi datar profil siku :

$$D = R_{\max} - P$$

$$= 800 - 200 = 600 \text{ kg}$$

Untuk sebuah baut jangkar menerima beban :

$$\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 600 = 300 \text{ kg}$$

$$F = \frac{D}{\bar{c}} = \frac{300}{0,6 \times 1400} = 0,3571 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,3571}{3,14}} = 0,67 \text{ cm}$$

Jadi digunakan 1 buah baut jangkar diameter (d) = $\varnothing \frac{1}{2}$ "

DAFTAR HASIL DIMENSI BATANG
KAP BANGUNAN II (SAYAP)

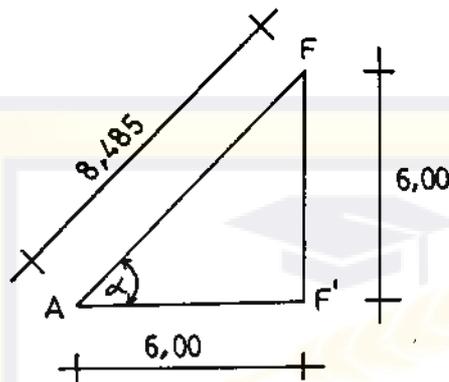
NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (m)	JENIS PROFIL
1	1,655	55.55.6
2	1,655	55.55.6
3	1,655	55.55.6
4	1,655	55.55.6
5	1,655	55.55.6
6	1,500	30.30.3
7	1,500	30.30.3
8	1,500	30.30.3
9	1,500	30.30.3
10	1,500	30.30.3
11	0,700	30.30.3
12	1,655	55.55.6
13	1,400	30.30.3
14	2,052	55.55.6
15	2,100	30.30.3
16	2,581	55.55.6
17	2,800	30.30.3
18	3,176	55.55.6
19	3,500	30.30.3

Perhitungan Baut pada pelat Sambungan
Kap Bangunan II (Sayap)

IV - 101

ang	+	P (kg)	Jenis Profil	d (cm)	t (cm)	P geser	P melesak	Jumlah Baut
1	+	419.4441	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
6	-	1065.7622	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
10	-	241.8038	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
18	+	369.8174	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
19	+	234.1293	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
5	-	77.8277	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
19	+	234.1293	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
1	+	419.4441	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
2	-	105.7653	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
11	-	-	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
12	+	1323.1558	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
2	-	105.7653	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
3	+	261.9200	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
13	-	559.6339	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
14	+	248.2356	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
3	+	261.9200	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
4	+	183.2648	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
15	-	169.5420	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
16	+	125.3023	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
4	+	183.2648	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
5	-	77.8277	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
17	-	101.9419	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
18	+	369.8174	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
6	-	1065.7622	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
7	-	1065.7622	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
11	-	-	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
7	-	1065.7622	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
8	-	133.3312	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
12	+	1323.1558	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
13	-	559.6339	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
8	-	133.3312	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
9	-	314.6907	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
14	+	248.2356	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
15	-	169.5420	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
9	-	314.6907	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
10	-	241.8038	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	3
16	+	125.3123	55 55 6	1.60	1.00	3376.1280	3360.00	2
17	-	101.9419	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2

4.3.1. Perhitungan Gording



Gambar: 4.3.2

Setengah bentang kap (AF') = 6,00 m.

Tinggi kap (FF') = 6,00 m.

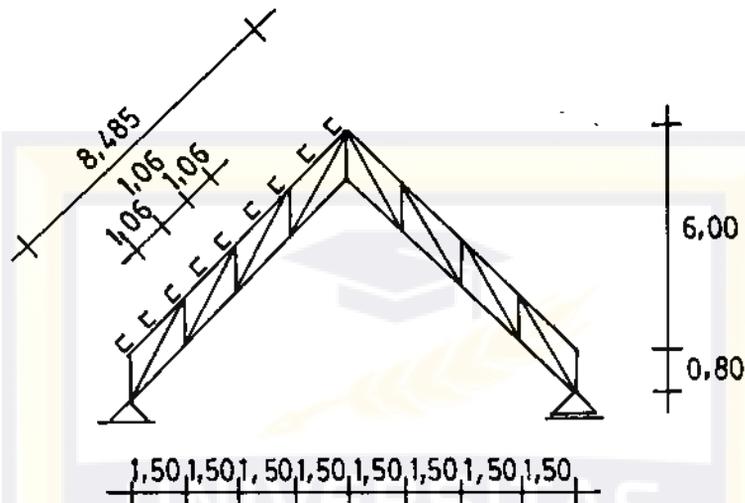
Jadi kemiringan atap (α) = 45°

$$\begin{aligned} \text{Panjang } AF &= \sqrt{(AF')^2 + (FF')^2} \\ &= \sqrt{(6,00)^2 + (6,00)^2} \\ &= 8,485 \text{ m.} \end{aligned}$$

Panjang CE = AF = 8,485 m.

$$\begin{aligned} \text{Panjang } CG = GH = HI = IE = AM = MN = NO = OF \\ &= \frac{1,50}{\cos 45^\circ} \\ &= 2,121 \text{ m.} \end{aligned}$$

Jadi jarak gording = $\frac{1}{2} \times 2,121 = 1,060$ m.



Gambar: 4.3.3

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

- a. Berat sendiri.
- b. Berat atap.
- c. Beban tak terduga.
- d. Beban angin.

a. Berat sendiri.

Dipakai profil baja C₁₀

Dari tabel baja diperoleh :

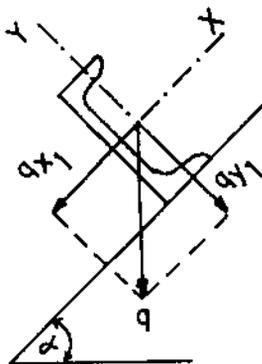
$$I_x = 206 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 29,3 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 41,2 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$q = 10,6 \text{ kg/m}$$



Gambar: 4.3.4

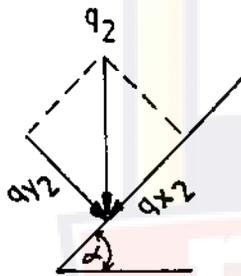
$$\begin{aligned} q_{x_1} &= q \sin \alpha \\ &= 10,6 \sin 45^\circ \\ &= 7,4953 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_{y_1} &= q \cos \alpha \\ &= 10,6 \cos 45^\circ \\ &= 7,4953 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} M_{x_1} = M_{y_1} &= 1/8 \cdot q_{x_1} \cdot b^2 \\ &= 1/8 (7,4953) (2,40)^2 = 5,3966 \text{ kg m} \end{aligned}$$

b. Berat atap.



Gambar: 4.3.5

$$\begin{aligned} q_{x_2} &= q_2 \sin \alpha \\ &= 53,00 \sin 45^\circ \\ &= 37,4767 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Berat atap genteng beton adalah 50 kg/m^2

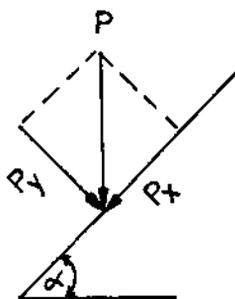
$q_2 = \text{jarak gording} \times \text{berat atap}$

$$= 1,060 \times 50 = 53,00 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_{y_2} &= q_2 \cos \alpha \\ &= 53,00 \cos 45^\circ \\ &= 37,4767 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x_2} = M_{y_2} &= 1/8 \cdot q_{x_2} \cdot b^2 \\ &= 1/8 (37,4767) (2,40)^2 = 26,9832 \text{ kg m} \end{aligned}$$

c. Beban tak terduga.



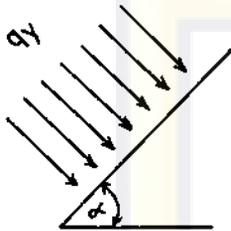
Gambar: 4.3.6

$$P = 100 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} P_x &= P \sin \alpha \\ &= 100 \sin 45^\circ \\ &= 70,7107 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_y &= P \cos \alpha \\ &= 100 \cos 45^\circ \\ &= 70,7107 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mx_3 = My_3 &= 1/4 \cdot P_x \cdot b \\
 &= 1/4 (70,7107) (2,40) = 42,4264 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

d. Beban angin.

Gambar: 4.3.7

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien angin :

$$\begin{aligned}
 C &= 0,02 \alpha - 0,4 \\
 &= 0,02 (45) - 0,4 \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$q_x = 0$$

$$q_{\text{angin}} = \text{jarak gording} \times$$

$$\begin{aligned}
 q_y &= C \cdot q_{\text{angin}} \\
 &= 0,5 \times 42,40 \\
 &= 21,20 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

beban angin

$$\begin{aligned}
 &= 1,06 \times 40 \\
 &= 42,40 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mx_4 &= 1/8 \cdot q_y \cdot b^2 \\
 &= 1/8 (21,20) (2,40)^2 = 15,2640 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

$$My_4 = 0$$

Kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned}
 Mx_{\text{total}} &= Mx_1 + Mx_2 + Mx_3 + Mx_4 \\
 &= 5,3966 + 26,9832 + 42,4264 + 15,2640 \\
 &= 90,0702 \text{ kg m} \\
 &= 9007,02 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 My_{\text{total}} &= My_1 + My_2 + My_3 + My_4 \\
 &= 5,3966 + 26,9832 + 42,4264 + 0 \\
 &= 74,8062 \text{ kg m} \\
 &= 7480,62 \text{ kg cm}
 \end{aligned}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_{ytd} &= \frac{M_{x_{total}}}{W_x} + \frac{M_{y_{total}}}{W_y} \\ &= \frac{9007,02}{41,2} + \frac{7480,62}{8,49} \\ &= 1099,73 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots (\text{safe})\end{aligned}$$

Kontrol lendutan yang terjadi :

a. Akibat beban atap dan berat sendiri.

$$\begin{aligned}R_{x1} &= q_{x1} + q_{x2} \\ &= 7,4953 + 37,4767 \\ &= 44,9720 \text{ kg/m} = 0,4497 \text{ kg/cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{y1} &= q_{y1} + q_{y2} \\ &= 7,4953 + 37,4767 \\ &= 44,9720 \text{ kg/m} = 0,4497 \text{ kg/cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{x1} &= \frac{5}{384} \frac{R_{y1} \cdot b^4}{E \cdot I_x} && \text{Dimana: } b = 2,40 \text{ m} \\ & && = 240 \text{ cm} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{0,4497 (240)^4}{2100000 \times 206} && E = 2100000 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,0449 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{y1} &= \frac{5}{384} \frac{R_{x1} \cdot b^4}{E \cdot I_y} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{0,4497 (240)^4}{2100000 \times 29,3} \\ &= 0,3157 \text{ cm}\end{aligned}$$

b. Akibat beban tak terduga.

$$P_x = P_y = 70,7107 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} f_{x2} &= \frac{P_y \cdot b^3}{48 E \cdot I_y} \\ &= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 29,3} \\ &= 0,3310 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{y2} &= \frac{P_x \cdot b^3}{48 E \cdot I_x} \\ &= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 206} \\ &= 0,0471 \text{ cm} \end{aligned}$$

c. Akibat beban angin.

$$q_x = 0$$

$$q_y = 21,20 \text{ kg/m} = 0,2120 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned} f_{x3} &= \frac{5}{384} \frac{q_y \cdot b^4}{E \cdot I_x} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{0,2120 (240)^4}{2100000 \times 206} = 0,0212 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$f_{y3} = 0$$

Lendutan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned} f_{x\text{total}} &= f_{x1} + f_{x2} + f_{x3} \\ &= 0,0449 + 0,3310 + 0,0212 = 0,3971 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{y\text{total}} &= f_{y1} + f_{y2} + f_{y3} \\ &= 0,3157 + 0,0471 + 0 = 0,3628 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{ytd} &= \sqrt{(f_{x_{total}})^2 + (f_{y_{total}})^2} \\
 &= \sqrt{(0,3971)^2 + (0,3628)^2} \\
 &= 0,5379 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{\max} = \frac{1}{300} L = \frac{1}{300} \times 240 = 0,80 \text{ cm}$$

Jadi: $f_{ytd} < f_{\max}$ (safe)

4.3.2. Perhitungan Kuda-Kuda

Berat yang dipikul oleh konstruksi adalah :

a. Berat sendiri:

- Berat kuda-kuda.
- Berat gording.
- Berat atap.

b. Beban tak terduga.

c. Beban angin.

a. Berat sendiri.

- Berat kuda-kuda.

Berat sendiri pada titik kumpul :

$$\frac{(L + 3) L \cdot b}{n - 1} \quad \text{Dimana: } n = \text{jumlah titik kumpul}$$

$$\frac{(12 + 3) 12 \times 2,40}{9 - 1} = 54,00 \text{ kg}$$

Berat sendiri pada titik kumpul G, H, I, E, J, K, dan L adalah 54,00 kg.

Berat sendiri pada titik kumpul ujung C dan D adalah $\frac{1}{2} \times 54,00 = 27,00 \text{ kg}$.

- Berat gording.

Berat profil yang dipakai $C_{10} = 10,6 \text{ kg/m}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul G, H, I, E, J, K, dan L adalah: $2 (10,6 \times 2,40) = 50,88 \text{ kg}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung C dan D adalah: $\frac{1}{2} \times 50,88 = 25,44 \text{ kg}$.

- Berat atap.

Berat atap genteng beton = 50 kg/m^2 .

Jarak gording = $1,060 \text{ m}$.

Berat atap setiap jarak gording adalah: $1,060 \times 50 = 53,00 \text{ kg/m}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul G, H, I, E, J, K, dan L adalah: $53,00 \times 2,40 = 127,20 \text{ kg}$.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung C dan D adalah: $\frac{1}{2} \times 127,20 = 63,60 \text{ kg}$.

TITIK KUMPUL	C	G	H	I
BERAT SENDIRI				
Berat Kuda-Kuda	27,00	54,00	54,00	54,00
Berat Gording	25,44	50,88	50,88	50,88
Berat Atap	63,60	127,20	127,20	127,20
BERAT TOTAL (kg)	116,04	232,08	232,08	232,08

E	J	K	L	D
54,00	54,00	54,00	54,00	27,00
50,88	50,88	50,88	50,88	25,44
127,20	127,20	127,20	127,20	63,60
232,08	232,08	232,08	232,08	116,04

b. Beban tak terduga.

Berat yang dipikul pada titik kumpul C, G, H, I, E, J, K, L, dan D adalah 100 kg.

c. Beban angin.

Beban angin = 40 kg/m^2

* Beban angin pada bidang miring:

$$\text{- Koefisien angin tekan} = 0,02 (45) - 0,4 = 0,5$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{G, H, I, J, K, dan L} &= 0,5 \times 40 \times 2,121 \times 2,40 \\ &= 101,8080 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung C, E, dan D} &= \frac{1}{2} \times 101,8080 \\ &= 50,9040 \text{ kg.} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{G, H, I, J, K, dan L} &= -0,4 \times 40 \times 2,121 \times 2,40 \\ &= -81,4464 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung C, E, dan D} &= \frac{1}{2} \times -81,4464 \\ &= -40,7232 \text{ kg.} \end{aligned}$$

* Beban angin pada bidang vertikal :

$$\text{- Koefisien angin tekan} = 0,9$$

$$\begin{aligned} \text{Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul} \\ \text{ujung A, B, C, dan D} &= \frac{1}{2} \times 0,9 \times 40 \times 0,80 \times 2,40 \\ &= 34,5600 \text{ kg.} \end{aligned}$$

- Koefisien angin hisap = -0,4

Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul

$$\begin{aligned} \text{ujung A, B, C, dan D} &= \frac{1}{2} \times -0,4 \times 40 \times 0,80 \times 2,40 \\ &= -15,3600 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peninjauan terhadap desakan angin dilakukan terhadap dua arah yaitu angin yang datang dari sebelah kiri gedung dan dari sebelah kanan gedung.

Ini dilakukan berhubung karena anggapan bahwa kuda-kuda terletak di atas sebuah sendi dan sebuah rol, sehingga walaupun tekanan angin tetap dan bentuk kap adalah simetris, tetapi akan memberikan gaya-gaya batang yang berlainan serta koefisien angin yang berbeda pula.

4.3.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang

Untuk selengkapnya dapat dilihat pada halaman berikut ini.

MATRIX KEKAYUHAN KOORDINAT STRUKTUR
KAP BANGUNAN III & IV

BATANG 1 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_1]_E = \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 1 \\ 2 \end{matrix}$$

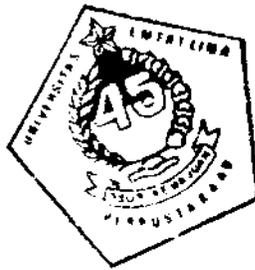
$$= \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 1 \\ 2 \end{matrix}$$

BATANG 2 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_2]_E = \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 5 \\ 6 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & & \end{matrix} \begin{matrix} 5 \\ 6 \\ 3 \\ 4 \end{matrix}$$



BATANG 5 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_5]_e = \begin{matrix} & & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 9 \\ = & AE/2,121 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 10 \\ & & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 11 \\ & & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 12 \end{matrix}$$

9 10 11 12

$$= \begin{matrix} & & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 9 \\ & AE & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 10 \\ & & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 11 \\ & & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 12 \end{matrix}$$

9 10 11 12

BATANG 6 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_6]_e = \begin{matrix} & & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 11 \\ = & AE/2,121 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 12 \\ & & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 13 \\ & & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 14 \end{matrix}$$

11 12 13 14

$$= \begin{matrix} & & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 11 \\ & AE & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 12 \\ & & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 13 \\ & & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 14 \end{matrix}$$

11 12 13 14

BATANG 9 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_9]_s = \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 21 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 22 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 19 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 20 \\ & & & & 21 \quad 22 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 21 \\ 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 22 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 19 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 20 \\ & & & & 21 \quad 22 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

BATANG 10 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071 \end{aligned}$$

$$[K_{10}]_s = \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 23 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 24 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 21 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 22 \\ & & & & 23 \quad 24 \quad 21 \quad 22 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,121} \begin{matrix} 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 23 \\ 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 24 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 21 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 22 \\ & & & & 23 \quad 24 \quad 21 \quad 22 \end{matrix}$$

BATANG 11 :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071\end{aligned}$$

$$[K_{11}]_e = \frac{AE}{2,121} \begin{array}{cccc} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 25 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 26 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 23 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 24 \\ & & & & 25 \quad 26 \quad 23 \quad 24 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{2,121} \begin{array}{cccc} 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 25 \\ 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 26 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 23 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 24 \\ & & & & 25 \quad 26 \quad 23 \quad 24 \end{array}$$

BATANG 12 :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= 1,500/1,500 = 1,0000 & \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071\end{aligned}$$

$$[K_{12}]_e = \frac{AE}{2,121} \begin{array}{cccc} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 27 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 28 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 25 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 26 \\ & & & & 27 \quad 28 \quad 25 \quad 26 \end{array}$$

$$= \frac{AE}{2,121} \begin{array}{cccc} 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 27 \\ 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 28 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 25 \\ -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & 26 \\ & & & & 27 \quad 28 \quad 25 \quad 26 \end{array}$$

BATANG 13 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

[K 13] _s	=	AE/2,121	0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	27
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	28
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	29
			0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	30
			27	28	29	30	

			0,2357	-0,2357	-0,2357	0,2357	27
=	AE		-0,2357	0,2357	0,2357	-0,2357	28
			-0,2357	0,2357	0,2357	-0,2357	29
			0,2357	-0,2357	-0,2357	0,2357	30
			27	28	29	30	

BATANG 14 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

[K 14] _s	=	AE/2,121	0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	29
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	30
			-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	31
			0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	32
			29	30	31	32	

			0,2357	-0,2357	-0,2357	0,2357	29
=	AE		-0,2357	0,2357	0,2357	-0,2357	30
			-0,2357	0,2357	0,2357	-0,2357	31
			0,2357	-0,2357	-0,2357	0,2357	32
			29	30	31	32	

BATANG 15 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$[K 15]_s = AE/2,121 \begin{matrix} 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 31 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 32 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 33 \\ 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 34 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 31 \\ -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 32 \\ -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 33 \\ 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 34 \end{matrix}$$

BATANG 16 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/1,500 = -1,0000 & \alpha &= -45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$[K 16]_s = AE/2,121 \begin{matrix} 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 33 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 34 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 35 \\ 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 36 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 33 \\ -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 34 \\ -0,2357 & 0,2357 & 0,2357 & -0,2357 & 35 \\ 0,2357 & -0,2357 & -0,2357 & 0,2357 & 36 \end{matrix}$$

BATANG 17 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{17}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 1 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 2 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 20 \\ & & & & 1 \quad 2 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 1 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 2 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 20 \\ & & & & 1 \quad 2 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

BATANG 18 :

$$\tan \alpha = 2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = -1,500/2,746 = -0,5463$$

$$[K_{18}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & 0,4576 & -0,2984 & -0,4576 & 3 \\ 0,4576 & 0,7016 & -0,4576 & -0,7016 & 4 \\ -0,2984 & -0,4576 & 0,2984 & 0,4576 & 19 \\ -0,4576 & -0,7016 & 0,4576 & 0,7016 & 20 \\ & & & & 3 \quad 4 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,1087 & 0,1666 & -0,1087 & -0,1666 & 3 \\ 0,1666 & 0,2555 & -0,1666 & -0,2555 & 4 \\ -0,1087 & -0,1666 & 0,1087 & 0,1666 & 19 \\ -0,1666 & -0,2555 & 0,1666 & 0,2555 & 20 \\ & & & & 3 \quad 4 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

BATANG 19 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{19}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 3 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 4 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 22 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 3 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 4 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 22 \end{matrix}$$

BATANG 20 :

$$\tan \alpha = 2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = -1,500/2,746 = -0,5463$$

$$[K_{20}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & 0,4576 & -0,2984 & -0,4576 & 5 \\ 0,4576 & 0,7016 & -0,4576 & -0,7016 & 6 \\ -0,2984 & -0,4576 & 0,2984 & 0,4576 & 21 \\ -0,4576 & -0,7016 & 0,4576 & 0,7016 & 22 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,1087 & 0,1666 & -0,1087 & -0,1666 & 5 \\ 0,1666 & 0,2555 & -0,1666 & -0,2555 & 6 \\ -0,1087 & -0,1666 & 0,1087 & 0,1666 & 21 \\ -0,1666 & -0,2555 & 0,1666 & 0,2555 & 22 \end{matrix}$$

BATANG 21 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{21}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 5 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 6 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 24 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 5 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 6 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 24 \end{matrix}$$

BATANG 22 :

$$\tan \alpha = 2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = -1,500/2,746 = -0,5463$$

$$[K_{22}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & 0,4576 & -0,2984 & -0,4576 & 7 \\ 0,4576 & 0,7016 & -0,4576 & -0,7016 & 8 \\ -0,2984 & -0,4576 & 0,2984 & 0,4576 & 23 \\ -0,4576 & -0,7016 & 0,4576 & 0,7016 & 24 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,1067 & 0,1666 & -0,1067 & -0,1666 & 7 \\ 0,1666 & 0,2555 & -0,1666 & -0,2555 & 8 \\ -0,1067 & -0,1666 & 0,1067 & 0,1666 & 23 \\ -0,1666 & -0,2555 & 0,1666 & 0,2555 & 24 \end{matrix}$$

BATANG 23 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

[K 23]s	=	AE(0,600	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7
			0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	8
			0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	25
			0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	26
				7	8	25	26

UNIVERSITAS

=	AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7
		0,0000	1,2500	0,0000	-1,2500	8
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	25
		0,0000	-1,2500	0,0000	1,2500	26
			7	8	25	26

BATANG 24 :

$$\tan \alpha = 2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,745 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = -1,500/2,745 = -0,5463$$

[K 24]s	=	AE(2,745	0,2984	0,4576	-0,2984	-0,4576	9
			0,4576	0,7016	-0,4576	-0,7016	10
			-0,2984	-0,4576	0,2984	0,4576	25
			-0,4576	-0,7016	0,4576	0,7016	26
				9	10	25	26

=	AE	0,1087	0,1666	-0,1087	-0,1666	9
		0,1666	0,2555	-0,1666	-0,2555	10
		-0,1087	-0,1666	0,1087	0,1666	25
		-0,1666	-0,2555	0,1666	0,2555	26
			9	10	25	26

BATANG 25 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{25}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 9 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 10 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 27 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 28 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 9 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 10 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 27 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 28 \end{matrix}$$

BATANG 26 :

$$\tan \alpha = -2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = 1,500/2,746 = 0,5463$$

$$[K_{26}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & -0,4576 & -0,2984 & 0,4576 & 9 \\ -0,4576 & 0,7016 & 0,4576 & -0,7016 & 10 \\ -0,2984 & 0,4576 & 0,2984 & -0,4576 & 29 \\ 0,4576 & -0,7016 & -0,4576 & 0,7016 & 30 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,1087 & -0,1666 & -0,1087 & 0,1666 & 9 \\ -0,1666 & 0,2555 & 0,1666 & -0,2555 & 10 \\ -0,1087 & 0,1666 & 0,1087 & -0,1666 & 29 \\ 0,1666 & -0,2555 & -0,1666 & 0,2555 & 30 \end{matrix}$$

BATANG 27 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{27}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 11 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 12 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 29 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 30 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{1} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 11 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 12 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 29 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 30 \end{matrix}$$

BATANG 28 :

$$\tan \alpha = -2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = 1,500/2,746 = 0,5463$$

$$[K_{28}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & -0,4576 & -0,2984 & 0,4576 & 11 \\ -0,4576 & 0,7016 & 0,4576 & -0,7016 & 12 \\ -0,2984 & 0,4576 & 0,2984 & -0,4576 & 31 \\ 0,4576 & -0,7016 & -0,4576 & 0,7016 & 32 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{1} \begin{matrix} 0,1087 & -0,1666 & -0,1087 & 0,1666 & 11 \\ -0,1666 & 0,2555 & 0,1666 & -0,2555 & 12 \\ -0,1087 & 0,1666 & 0,1087 & -0,1666 & 31 \\ 0,1666 & -0,2555 & -0,1666 & 0,2555 & 32 \end{matrix}$$

BATANG 29 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$$[K_{29}]_s = \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 13 \\ 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 14 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 31 \\ 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 32 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{0,800} \begin{matrix} 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 13 \\ 0,0000 & 1,2500 & 0,0000 & -1,2500 & 14 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 31 \\ 0,0000 & -1,2500 & 0,0000 & 1,2500 & 32 \end{matrix}$$

BATANG 30 :

$$\tan \alpha = -2,300/1,500$$

$$\sin \alpha = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha = 1,500/2,746 = 0,5463$$

$$[K_{30}]_s = \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,2984 & -0,4576 & -0,2984 & 0,4576 & 13 \\ -0,4576 & 0,7016 & 0,4576 & -0,7016 & 14 \\ -0,2984 & 0,4576 & 0,2984 & -0,4576 & 33 \\ 0,4576 & -0,7016 & -0,4576 & 0,7016 & 34 \end{matrix}$$

$$= \frac{AE}{2,746} \begin{matrix} 0,1087 & -0,1666 & -0,1087 & 0,1666 & 13 \\ -0,1666 & 0,2555 & 0,1666 & -0,2555 & 14 \\ -0,1087 & 0,1666 & 0,1087 & -0,1666 & 33 \\ 0,1666 & -0,2555 & -0,1666 & 0,2555 & 34 \end{matrix}$$

BATANG 31 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	15
[K 31]s	= AE/0,800	0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	16
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	33
		0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	34
		15	16	33	34	

		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	15
=	AE	0,0000	1,2500	0,0000	-1,2500	16
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	33
		0,0000	-1,2500	0,0000	1,2500	34
		15	16	33	34	

BATANG 32 :

$$\tan \alpha' = -2,300/1,500$$

$$\sin \alpha' = -2,300/2,746 = -0,8376$$

$$\cos \alpha' = 1,500/2,746 = 0,5463$$

		0,2984	-0,4576	-0,2984	0,4576	15
[K 32]s	= AE/2,746	-0,4576	0,7016	0,4576	-0,7016	16
		-0,2984	0,4576	0,2984	-0,4576	35
		0,4576	-0,7016	-0,4576	0,7016	36
		15	16	35	36	

		0,1087	-0,1666	-0,1087	0,1666	15
=	AE	-0,1666	0,2555	0,1666	-0,2555	16
		-0,1087	0,1666	0,1087	-0,1666	35
		0,1666	-0,2555	-0,1666	0,2555	36
		15	16	35	36	

BATANG 33 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

		17	18	35	36	
[K 33]s	= AE/0,800	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17
		0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	18
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	35
		0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	36

17 18 35 36

UNIVERSITAS

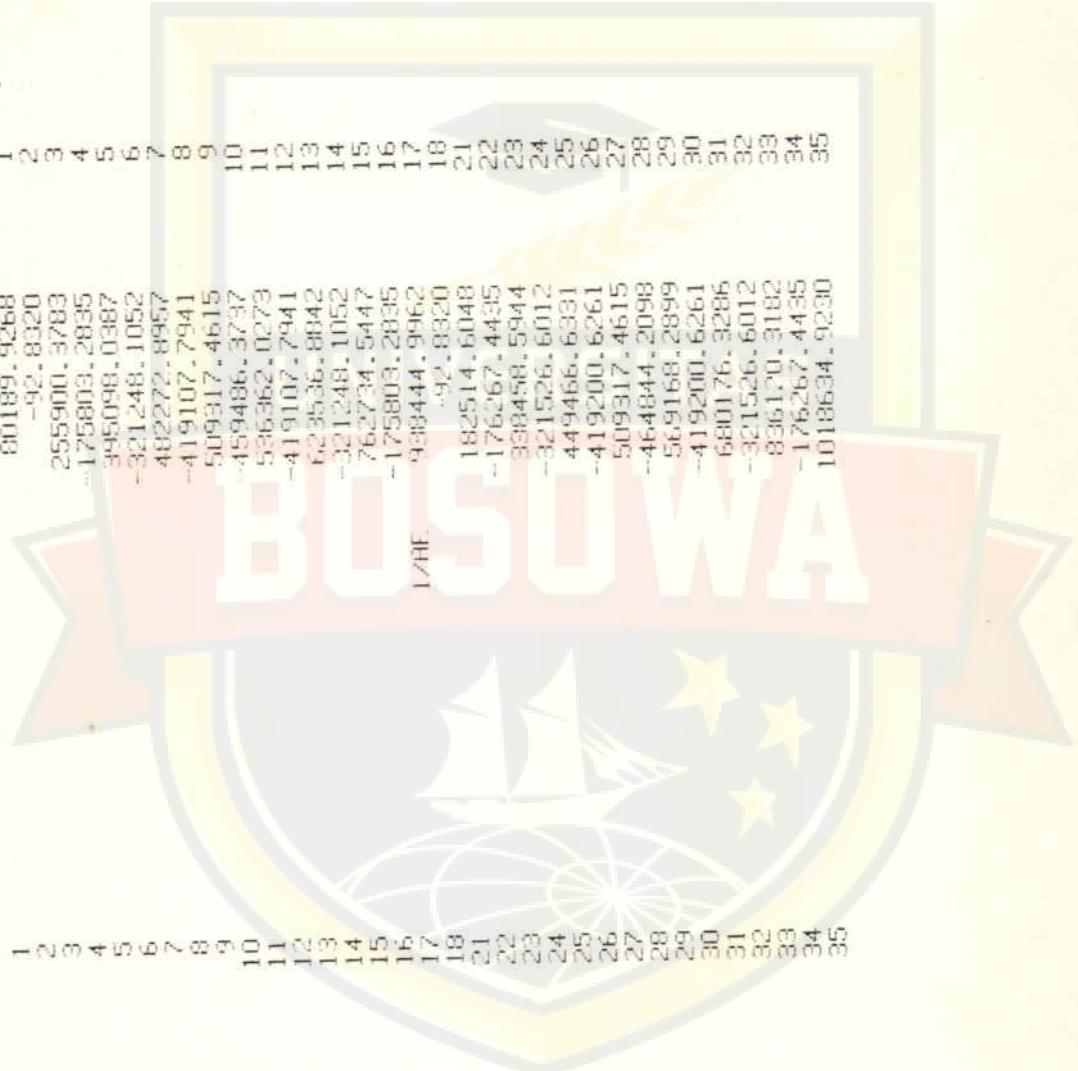
		17	18	35	36	
=	AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17
		0,0000	1,2500	0,0000	-1,2500	18
		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	35
		0,0000	-1,2500	0,0000	1,2500	36

17 18 35 36

BOSSWA

AKIBAT BERAT SENDIRI
 PADA BANGUNAN KAP III & IV

(Ds)		(Ds)	
1	0.0000	1	80189.9268
2	-116.0400	2	-92.8320
3	0.0000	3	255900.3783
4	-232.0800	4	-175803.2835
5	0.0000	5	395098.0387
6	-232.0800	6	-321248.1052
7	0.0000	7	482272.8957
8	-232.0800	8	-419107.7941
9	0.0000	9	509317.4615
10	-232.0800	10	-459486.3737
11	0.0000	11	536362.0273
12	-232.0800	12	-419107.7941
13	0.0000	13	623536.8842
14	-232.0800	14	-321248.1052
15	0.0000	15	762734.5447
16	-232.0800	16	-175803.2835
17	0.0000	17	939444.9962
18	-116.0400	18	-92.8320
21	0.0000	21	182514.6048
22	0.0000	22	-176267.4435
23	0.0000	23	338458.5944
24	0.0000	24	-321526.6012
25	0.0000	25	449466.6331
26	0.0000	26	-419200.6261
27	0.0000	27	509317.4615
28	0.0000	28	-464844.2098
29	0.0000	29	569168.2899
30	0.0000	30	-419200.6261
31	0.0000	31	680176.3286
32	0.0000	32	-321526.6012
33	0.0000	33	836170.3182
34	0.0000	34	-176267.4435
35	0.0000	35	1018634.9230



GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEPAT SENDIRI
PADA KAP BANGUNAN III & IV

BATANG 1 :

[T 1]	
-0.7071	-0.7071 0.0000 0.0000
0.7071	-0.7071 0.0000 0.0000
0.0000	0.0000 -0.7071 -0.7071
0.0000	0.0000 0.7071 -0.7071

(0 1) s	(0 1) i	
255900.3783	-56636.6557	3
-175803.2835	305257.6592	4
80189.9268	-56636.6557	1
-92.8320	56767.9387	2

[K 1] i

1.0000	0.0000 -1.0000 0.0000
0.0000	0.0000 0.0000 0.0000
-1.0000	0.0000 0.0000 0.0000
0.0000	0.0000 0.0000 0.0000

(0 1) i/2,121

-0.0000	3
0.0000	4
-0.0000	1
0.0000	2

BATANG 2 :

[T 2]	
-0.7071	-0.7071 0.0000 0.0000
0.7071	-0.7071 0.0000 0.0000
0.0000	0.0000 -0.7071 -0.7071
0.0000	0.0000 0.7071 -0.7071

(0 2) s	(0 2) i	
395098.0387	-52219.2880	5
-321248.1052	506528.3584	6
255900.3783	-56636.6557	3
-175803.2835	305257.6592	4

[K 2] i

1.0000	0.0000 -1.0000 0.0000
0.0000	0.0000 0.0000 0.0000
-1.0000	0.0000 0.0000 0.0000
0.0000	0.0000 0.0000 0.0000

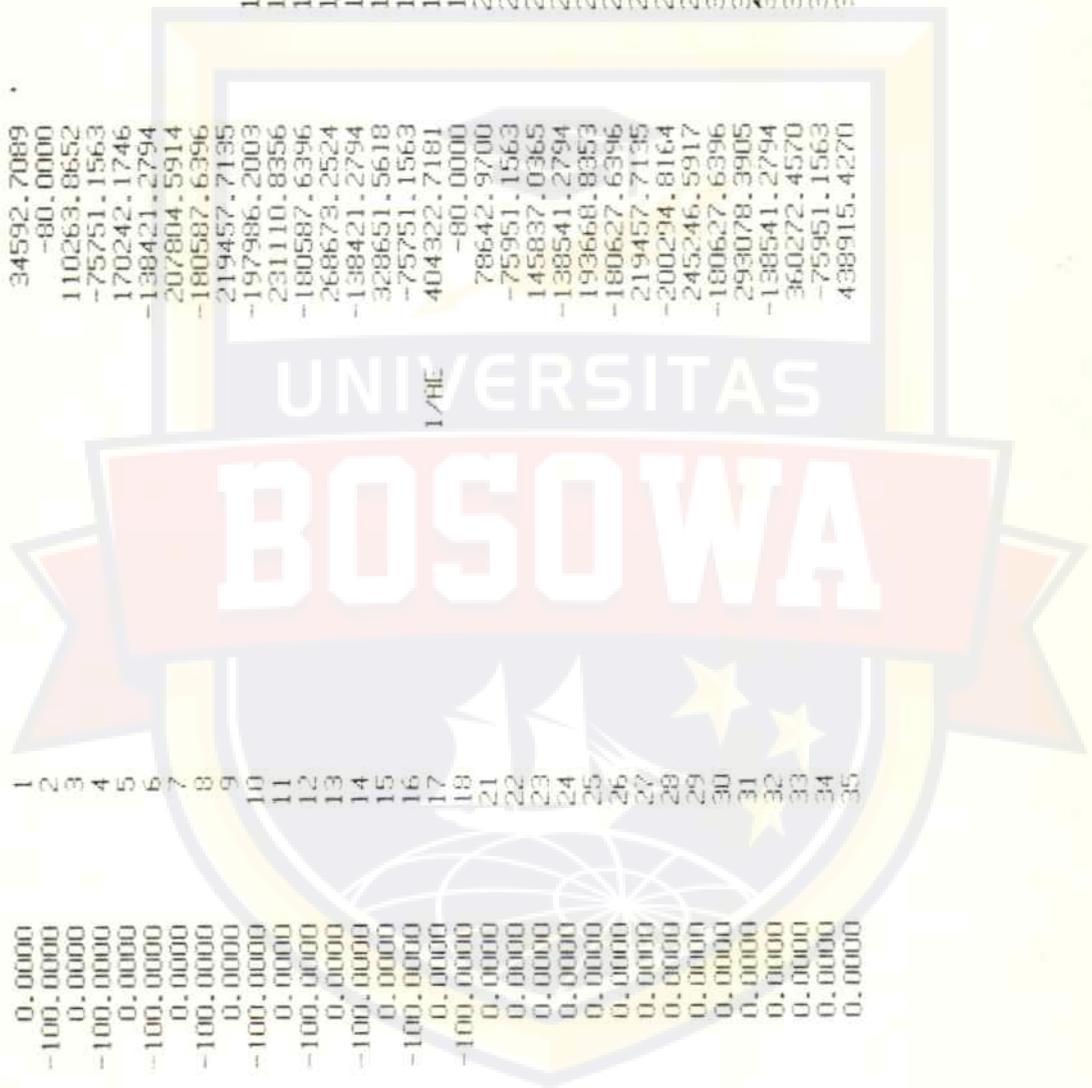
(0 2) i/2,121

2082.6816	5
0.0000	6
-2082.6816	3
0.0000	4

AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA
PADA BANGUNAN KAP III & IV



	(Ds)	(Ds)
1	0.0000	34592.7089
2	-100.0000	-80.0000
3	0.0000	110263.8652
4	-100.0000	-75751.1563
5	0.0000	170242.1746
6	-100.0000	-138421.2794
7	0.0000	207804.5914
8	-100.0000	-180587.6396
9	0.0000	219457.7135
10	-100.0000	-197986.2003
11	0.0000	231110.8356
12	-100.0000	-180587.6396
13	0.0000	268673.2524
14	-100.0000	-138421.2794
15	0.0000	328651.5618
16	-100.0000	-75751.1563
17	0.0000	404322.7181
18	-100.0000	-80.0000
21	0.0000	78642.9700
22	0.0000	-75951.1563
23	0.0000	145837.0365
24	0.0000	-138541.2794
25	0.0000	193668.8353
26	0.0000	-180627.6396
27	0.0000	219457.7135
28	0.0000	-200294.8164
29	0.0000	245246.5917
30	0.0000	-180627.6396
31	0.0000	293078.3905
32	0.0000	-138541.2794
33	0.0000	360272.4570
34	0.0000	-75951.1563
35	0.0000	438915.4270



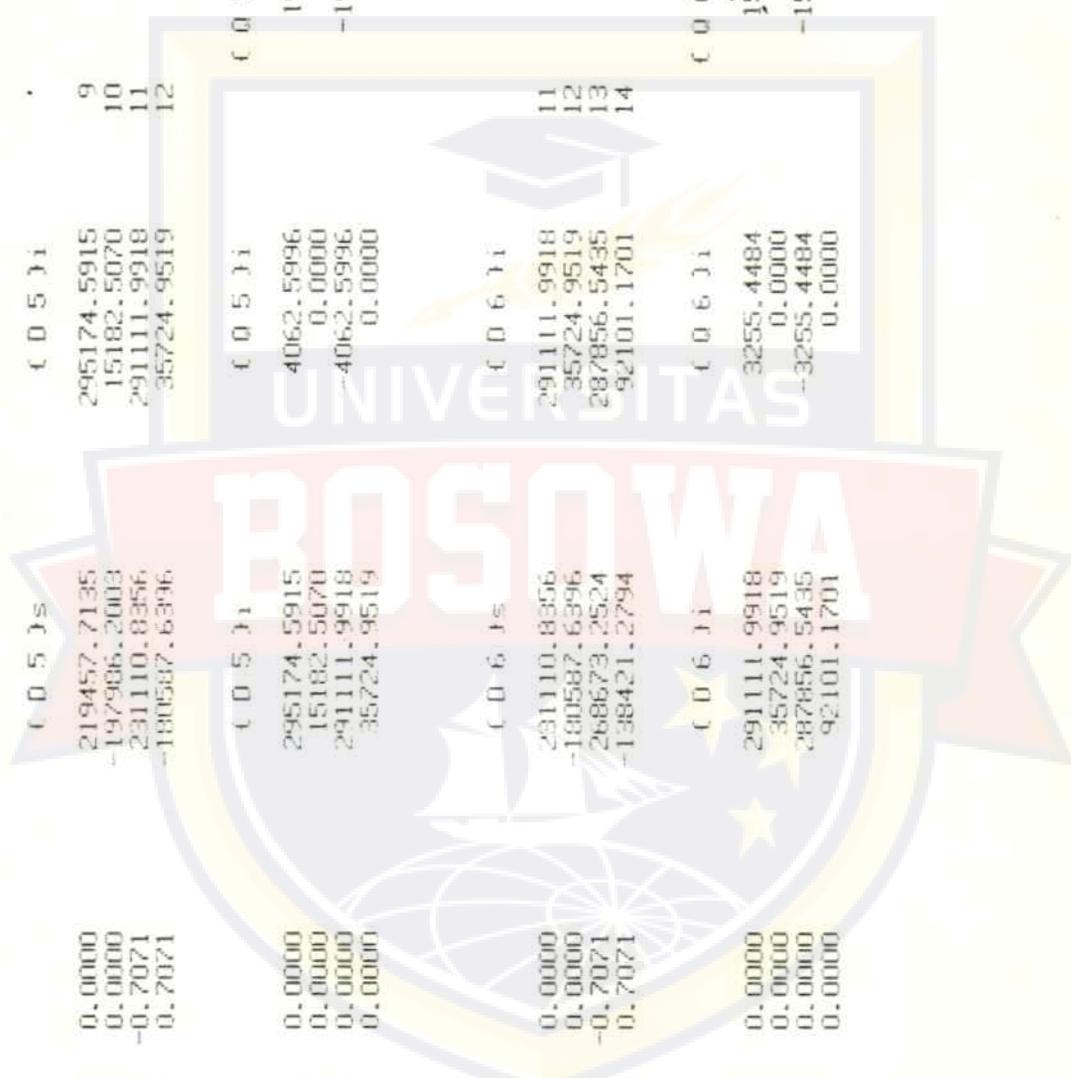
AKIBAT BEBAN TAK TERDUSA
PADA BANGUNAN KAP III & IV

BATANG 5 :

	[T 5]	(0 5) s	(0 5) i	
0.7071	-0.7071	219457.7135	295174.5915	9
0.7071	0.7071	-197986.2003	15182.5070	10
0.0000	0.0000	23110.8356	291111.9918	11
0.0000	0.0000	-180587.6396	35724.9519	12
		(0 5) i	(0 5) i	(0 5) i/2, 121
		295174.5915	4062.5996	1915.4171
		15182.5070	0.0000	0.0000
		291111.9918	-4062.5996	-1915.4171
		35724.9519	0.0000	0.0000

BATANG 6 :

	[T 6]	(0 6) s	(0 6) i	
0.7071	-0.7071	23110.8356	291111.9918	11
0.7071	0.7071	-180587.6396	35724.9519	12
0.0000	0.0000	268673.2524	287856.5435	13
0.0000	0.0000	-138421.2794	92101.1701	14
		(0 6) s	(0 6) i	(0 6) i/2, 121
		23110.8356	291111.9918	1534.8649
		-180587.6396	35724.9519	0.0000
		268673.2524	287856.5435	-1534.8649
		-138421.2794	92101.1701	0.0000



AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI
PADA BANGUNAN KAP III & IV

(Ds)		(Ds)	
1	70.5546	1	53201.1114
2	-35.9946	2	-85.2394
3	71.9891	3	166561.7007
4	-71.9891	4	-113745.1693
5	71.9891	5	252591.9748
6	-71.9891	6	-203963.9545
7	71.9891	7	302162.7561
8	-71.9891	8	-260495.7509
9	64.7902	9	310717.1002
10	-7.1989	10	-277679.3466
11	57.5913	11	358262.9630
12	57.5913	12	-224883.6249
13	57.5913	13	426188.3303
14	57.5913	14	-154444.1371
15	57.5913	15	502891.1427
16	57.5913	16	-77036.5562
17	44.1557	17	580173.3986
18	28.7957	18	58.3611
19	0.0000	19	120064.1848
20	0.0000	20	-114004.4053
21	0.0000	21	218694.6443
22	0.0000	22	-204108.0078
23	0.0000	23	285000.9247
24	0.0000	24	-260524.6216
25	0.0000	25	316140.8279
26	0.0000	26	-281509.1438
27	0.0000	27	382521.3439
28	0.0000	28	-225284.0088
29	0.0000	29	459288.3674
30	0.0000	30	-154752.3749
31	0.0000	31	540043.4042
32	0.0000	32	-77252.6479
33	0.0000	33	618497.6682
34	0.0000	34	
35	15.3600	35	



GAYA-GAYA DATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI
 PADA BANGUNAN KAP III & IV

BATANG 1 :

	[T 1]		[C 1] s	
-0.7071	-0.7071	0.0000	166561.7007	3
0.7071	-0.7071	0.0000	-113745.1693	4
0.0000	0.0000	-0.7071	53201.1114	1
0.0000	0.0000	0.7071	-85.2394	2

	[C 1] i
	-37346.5693
	198204.9878
	-37558.2331
	37678.7786

[K 1] i

1.0000	0.0000	-1.0000	211.6638	3
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4
-1.0000	0.0000	1.0000	-211.6638	1
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2

[C 1] i/2, 121

	99.7943
	0.0000
	-99.7943
	0.0000

BATANG 2 :

	[T 2]		[C 2] s	
-0.7071	-0.7071	0.0000	252591.9748	5
0.7071	-0.7071	0.0000	-203963.9545	6
0.0000	0.0000	-0.7071	166561.7007	3
0.0000	0.0000	0.7071	-113745.1693	4

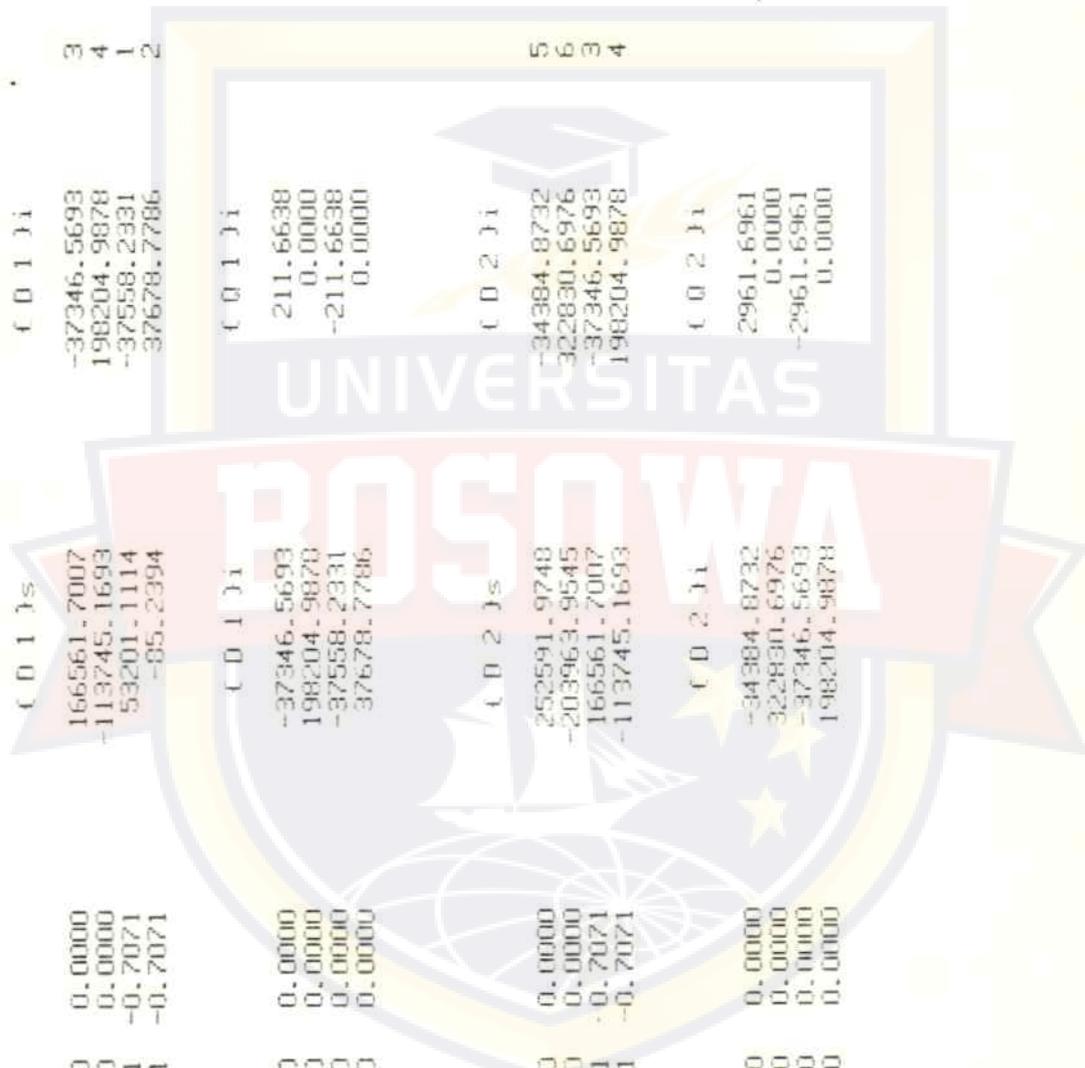
	[C 2] i
	-34384.8732
	322830.6976
	-37346.5693
	198204.9878

[K 2] i

1.0000	0.0000	-1.0000	2961.6961	5
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6
-1.0000	0.0000	1.0000	-2961.6961	3
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4

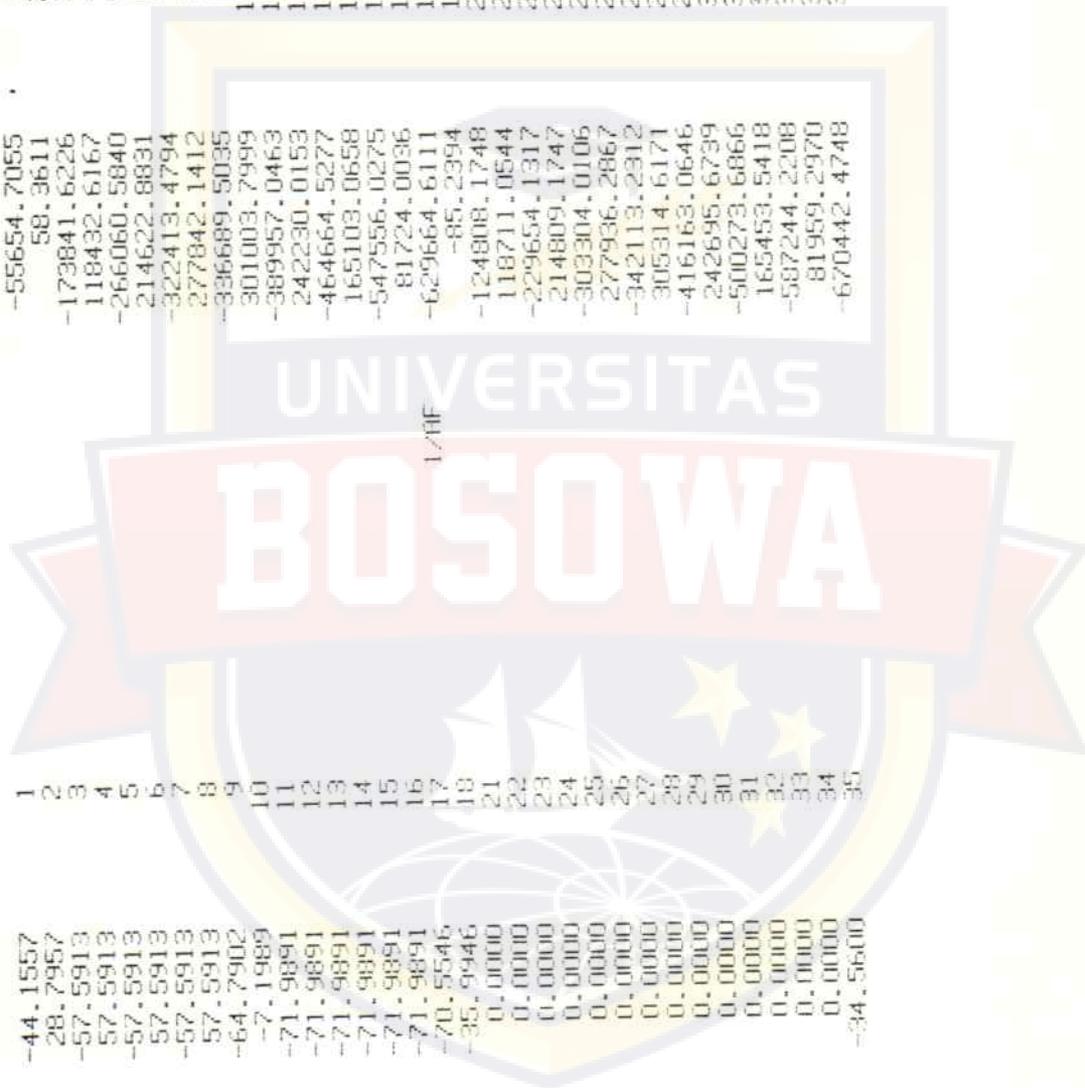
[C 2] i/2, 121

	1396.3678
	0.0000
	-1396.3678
	0.0000



AKTIBAT BEBAN ANGIN KANAN
PADA BANGUNAN KAP III & IV

	(Ds)	(Ds)
1	-44.1557	-55654.7055
2	28.7957	58.3611
3	-57.5913	-173841.6226
4	57.5913	118432.6167
5	-57.5913	-266060.5840
6	57.5913	214622.8831
7	-57.5913	-322413.4794
8	57.5913	277842.1412
9	-64.7902	-336689.5035
10	-7.1989	301003.7999
11	-71.9891	-389957.0463
12	-71.9891	242230.0153
13	-71.9891	-464664.5277
14	-71.9891	165103.0658
15	-71.9891	-547556.0275
16	-71.9891	81724.0036
17	-70.5546	-629664.6111
18	-35.9946	-85.2394
19	0.0000	-124908.1748
20	0.0000	118711.0544
21	0.0000	-229654.1317
22	0.0000	214809.1747
23	0.0000	-303304.0106
24	0.0000	277936.2867
25	0.0000	-342113.2312
26	0.0000	305314.6171
27	0.0000	-416163.0646
28	0.0000	242695.6739
29	0.0000	-500273.6866
30	0.0000	165453.5418
31	0.0000	-587244.2208
32	0.0000	81959.2970
33	0.0000	-670442.4748
34	0.0000	
35	-34.5600	



GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN
 PADA BANGUNAN KAP III & IV

BATANG 1 :

[T 1]		[C 1]s		[C 1]i	
-0.7071	-0.7071	-173841.6226	39179.7080	3	
0.7071	-0.7071	118432.6167	-206667.1146	4	
0.0000	0.0000	-55654.7055	39312.1751	1	
0.0000	0.0000	58.3611	-39394.7094	2	
[K 1]h		[C 1]i		[C 0 1]i/2,121	
1.0000	0.0000	39179.7080	-132.4671	-62.4550	3
0.0000	0.0000	-206667.1146	0.0000	0.0000	4
-1.0000	0.0000	39312.1751	132.4671	62.4550	1
0.0000	0.0000	-39394.7094	0.0000	0.0000	2

BATANG 2 :

[T 2]		[C 2]s		[C 2]i	
-0.7071	-0.7071	-266060.5840	36371.5983	5	
0.7071	-0.7071	214622.8831	-339891.2796	6	
0.0000	0.0000	-173841.6226	39179.7080	3	
0.0000	0.0000	118432.6167	-206667.1146	4	
[K 2]i		[C 2]i		[C 0 2]i/2,121	
1.0000	0.0000	36371.5983	-2808.1097	-1323.9556	5
0.0000	0.0000	-339891.2796	0.0000	0.0000	6
-1.0000	0.0000	39179.7080	2808.1097	1323.9556	3
0.0000	0.0000	-206667.1146	0.0000	0.0000	4

JUMLAH GAYA BATANG (Kg)

Kap Bangunan III & IV

NO BATANG	GAYA BATANG AKIBAT BERAT SENDIRI		GAYA BATANG AKIBAT BEBAN TAK TERUGRA		GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI		GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN		JUMLAH GAYA BATANG TOTAL		PANJANG BATANG (Meter)	
	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)		
1	-	-	-	-	99,7943	-	-	62,4550	99,7943	62,4550	2,121	
2	2082,6816	-	897,3982	-	1396,3678	-	-	1329,9556	4376,4476	1329,9556	2,121	
3	3562,1144	-	1534,8649	-	2920,6666	-	-	2209,1113	7417,6459	2209,1113	2,121	
4	4445,2999	-	1915,4171	-	2876,8241	-	-	2962,2971	9237,5411	2962,2971	2,121	
5	4445,2999	-	1915,4171	-	1750,2005	-	-	1835,6735	8110,9175	1835,6735	2,121	
6	3562,1144	-	1534,8649	-	838,1587	-	-	806,6034	5935,1380	806,6034	2,121	
7	2082,6816	-	897,3982	-	234,9561	-	-	162,5438	3215,0359	162,5438	2,121	
8	-	-	-	-	-	-	62,4550	99,7943	-	99,7943	62,4550	2,121
9	-	2082,6816	-	897,3982	-	2020,2132	2032,6609	-	2032,6609	5000,2920	2,121	
10	-	3562,1144	-	1534,8649	-	2842,6877	2916,3579	-	2916,3579	7939,6670	2,121	
11	-	4445,2999	-	1915,4171	-	3197,0218	3508,0851	-	3508,0851	9657,7388	2,121	
12	-	4736,4181	-	2040,8558	-	3395,6058	3810,8356	-	3810,8356	10162,8797	2,121	
13	-	4736,4181	-	2040,8558	-	3395,6058	3810,8356	-	3810,8356	10162,8797	2,121	
14	-	4445,2999	-	1915,4171	-	2078,7522	2289,8205	-	2289,8205	8439,4742	2,121	
15	-	3562,1144	-	1534,8649	-	1005,2567	1158,9270	-	1158,9270	6182,2360	2,121	
16	-	2082,6816	-	897,3982	-	400,5954	413,0441	-	413,0441	3390,6752	2,121	
17	116,0400	-	100,0000	-	106,5492	-	-	72,9514	322,5892	72,9514	0,800	
18	2714,6590	-	1169,7083	-	1558,7988	-	-	1540,2936	5443,1061	1540,2936	2,746	
19	-	580,2000	-	250,0000	-	324,0449	340,0471	-	340,0471	1154,2449	0,800	
20	1930,6163	-	831,8753	-	1074,3579	-	-	1154,2449	3836,8495	1154,2449	2,746	
21	-	348,1200	-	150,0000	-	100,0667	232,8645	-	232,8645	678,1867	0,800	
22	1153,7707	-	497,1435	-	594,2258	-	-	772,7535	2245,1400	772,7535	2,746	
23	-	116,0400	-	50,0000	-	36,0885	117,6819	-	117,6819	202,1285	0,800	
24	381,2217	-	164,2630	-	116,5517	-	-	394,3388	662,0364	394,3388	2,746	
25	-	6697,2951	-	2885,7701	-	4787,2466	5388,5216	-	5388,5216	14370,3118	0,800	
26	381,2217	-	164,2630	-	1696,8961	-	-	1974,6832	2242,3808	1974,6832	2,746	
27	-	116,0400	-	50,0000	-	500,4798	582,0732	-	582,0732	666,5198	0,800	
28	1153,7707	-	497,1435	-	1293,4292	-	-	1471,9569	2944,3434	1471,9569	2,746	
29	-	348,1200	-	150,0000	-	385,2972	438,0950	-	438,0950	883,4172	0,800	
30	1930,6163	-	831,8753	-	894,5974	-	-	974,4845	3657,0890	974,4845	2,746	
31	-	580,2000	-	250,0000	-	270,1146	294,1168	-	294,1168	1100,3146	0,800	
32	2714,6590	-	1169,7083	-	498,8982	-	-	480,3930	4383,2655	480,3930	2,746	
33	116,0400	-	100,0000	-	-	-	72,9514	106,5492	-	322,5892	72,9514	0,800

Kap Bangunan III & IV

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (Meter)	GAYA BATANG TOTAL (Kg)		GAYA BATANG MAKSIMUM (Kg)	
		Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)
1	2.121	99.7943	-		
2	2.121	4376.4476	-		
3	2.121	7417.6459	-		
4	2.121	9237.5411	-	9237.5411	-
5	2.121	8110.9175	-		
6	2.121	5935.1380	-		
7	2.121	3215.0359	-		
8	2.121	99.7943	-		
9	2.121	-	5000.2920		
10	2.121	-	7939.6670		
11	2.121	-	9657.7388		
12	2.121	-	10162.8797		
13	2.121	-	10162.8797		10162.8797
14	2.121	-	8439.4742		
15	2.121	-	6182.2360		
16	2.121	-	3380.6752		
17	0.800	322.5892	-	322.5892	-
33	0.800	322.5892	-		
19	0.800	-	1154.2449		
21	0.800	-	678.1867		
23	0.800	-	202.1295		
25	0.800	-	14370.3118		14370.3118
27	0.800	-	666.5198		
29	0.800	-	883.4172		
31	0.800	-	1100.3146		
18	2.746	5443.1061	-		
20	2.746	3036.8495	-		
22	2.746	2245.1400	-		
24	2.746	662.0364	-		
26	2.746	2242.3808	-	5443.1061	-
28	2.746	2944.3434	-		
30	2.746	3657.0890	-		
32	2.746	4383.2655	-		

4.3.4. Perhitungan Dimensi Batang

Prinsip perhitungan dimensi batang pada konstruksi Kap bangunan III & IV analog pada perhitungan dimensi batang pada Kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil dimensi selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Hasil Dimensi Batang untuk Kap Bangunan III & IV yang terlampir.

4.3.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan

Prinsip perhitungan jumlah baut pelat sambungan untuk Kap bangunan III & IV analog pada perhitungan - jumlah baut untuk Kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil jumlah baut selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan untuk Kap Bangunan III & IV yang terlampir.

4.3.6. Perhitungan Perletakan

Beban P yang langsung bekerja pada perletakan yang paling besar adalah akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$P = 116,04 + 100 = 216,04 \text{ kg} \approx 250 \text{ kg}$$

Reaksi perletakan yang paling besar adalah juga akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$R_{\max} = 928,32 + 450 = 1378,32 \text{ kg} \approx 1500 \text{ kg}$$

Tekanan dari konstruksi kap (kuda-kuda) diteruskan pada pelat kaki dengan melalui baja sudut kaki, sedangkan pada kedua sisi siku dari profil yang mendatar diikat de-

ngan baut jangkar.

Digunakan pelat kaki dengan tebal (t) = 10 mm.

Perhitungan baut jangkar pada sisi datar profil siku :

$$\begin{aligned} D &= R_{\max} - P \\ &= 1500 - 250 \\ &= 1250 \text{ kg} \end{aligned}$$

Untuk sebuah baut jangkar menerima beban :

$$\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 1250 = 625 \text{ kg}$$

$$F = \frac{D}{\bar{c}} = \frac{625}{0,6 \times 1400} = 0,7440 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,7440}{3,14}} = 0,95 \text{ cm}$$

Jadi digunakan 2 buah baut jangkar diameter (d) = $\emptyset \frac{1}{2}$ "

DAFTAR HASIL DIMENSI BATANG
KAP BANGUNAN III & IV

IV - 145

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (m)	JENIS PROFIL
1	2,121	70.70.7
2	2,121	70.70.7
3	2,121	70.70.7
4	2,121	70.70.7
5	2,121	70.70.7
6	2,121	70.70.7
7	2,121	70.70.7
8	2,121	70.70.7
9	2,121	60.60.6
10	2,121	60.60.6
11	2,121	60.60.6
12	2,121	60.60.6
13	2,121	60.60.6
14	2,121	60.60.6
15	2,121	60.60.6
16	2,121	60.60.6
17	0,800	60.60.6
18	2,746	70.70.7
19	0,800	60.60.6
20	2,746	70.70.7
21	0,800	60.60.6
22	2,746	70.70.7
23	0,800	60.60.6
24	2,746	70.70.7
25	0,800	60.60.6
26	2,746	70.70.7
27	0,800	60.60.6
28	2,746	70.70.7
29	0,800	60.60.6
30	2,746	70.70.7
31	0,800	60.60.6
32	2,746	70.70.7
33	0,800	60.60.6



Perhitungan Baut pada pelat Sambungan
Kap Bangunan III dan IV

IV - 146

ik pul	Batang	+	-	P (kg)	Jenis Profil	d (cm)	t (cm)	P geser	P melesak	Jumlah Baut
	9	-		5000.2920	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	17	+		322.5892	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	18	+		5443.1061	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	1	+		99.7943	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	17	+		322.5892	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	4	+		9237.5411	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	3
	5	+		8110.9175	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	3
	24	+		662.0362	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	25	-		14370.3118	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	26	+		2242.3808	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	12	-		10162.8797	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	4
	13	-		10162.8797	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	4
	25	-		14370.3118	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	5
	1	+		99.7943	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	2	+		4376.4476	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	18	+		5443.1061	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	19	-		1154.2449	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	2	+		4376.4476	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	3	+		7417.6459	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	20	+		3836.8495	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	21	-		678.1867	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	3	+		7417.6459	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	4	+		9237.5411	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	3
	22	+		2245.1400	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	23	-		202.1285	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	9	-		5000.2920	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	10	-		7939.6670	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	3
	19	-		1154.2449	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	20	+		3836.8495	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	10	-		7939.6670	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	3
	11	-		9657.7388	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	3
	21	-		678.1867	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	22	+		2245.1400	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2
	11	-		9657.7388	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	3
	12	-		10162.8797	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	4
	23	-		202.1285	60 60 6	1.60	1.00	3376.1290	3360.00	2
	24	+		662.0364	70 70 7	1.90	1.00	4760.8680	3990.00	2

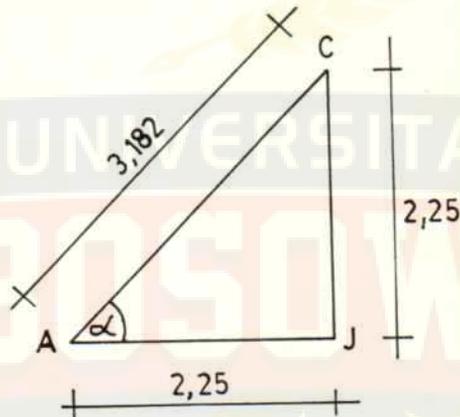
- Panjang batang vertikal :

$$L_{13} = L_{21} = \frac{2,25 \times 0,75}{2,25} = 0,750 \text{ m.}$$

$$L_{15} = L_{19} = \frac{2,25 \times 1,50}{2,25} = 1,500 \text{ m.}$$

$$L_{17} = 2,250 \text{ m.}$$

4.4.1. Perhitungan Gording



Gambar: 4.4.2

Setengah bentang kap (AJ) = 2,25 m.

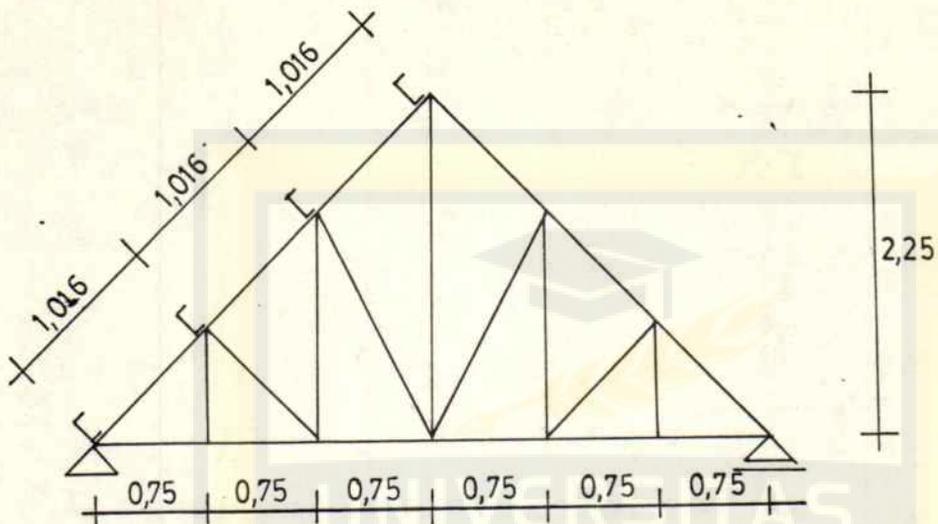
Tinggi kap (CJ) = 2,25 m.

Jadi kemiringan atap (α) = 45°

$$\begin{aligned} \text{Panjang AC} &= \sqrt{(AJ)^2 + (CJ)^2} \\ &= \sqrt{(2,25)^2 + (2,25)^2} \\ &= 3,182 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang AD} = \text{DE} = \text{EC} = \frac{3,182}{3} = 1,061 \text{ m.}$$

Jadi jarak gording yang dipakai adalah 1,061 m.

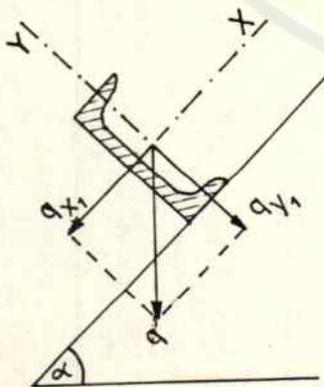


Gambar: 4.4.3

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

- Berat sendiri.
- Berat atap.
- Beban tak terduga.
- Beban angin.

a. Berat sendiri.



Gambar: 4.4.4

Dipakai profil baja C₁₀

Dari tabel baja diperoleh :

$$I_x = 206 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 29,3 \text{ cm}^4$$

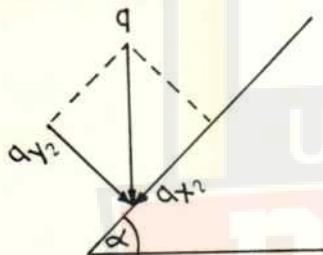
$$W_x = 41,2 \text{ cm}^3$$

$$W_y = 8,49 \text{ cm}^3$$

$$q = 10,6 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 q_{x_1} &= q \sin \alpha & q_{y_1} &= q \cos \alpha \\
 &= 10,6 \sin 45^\circ & &= 10,6 \cos 45^\circ \\
 &= 7,4953 \text{ kg/m} & &= 7,4953 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x_1} = M_{y_1} &= 1/8 \cdot q_{x_1} \cdot b^2 \\
 &= 1/8 (7,4953) (2,40)^2 = 5,3966 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

b. Berat atap.

Gambar: 4.4.5

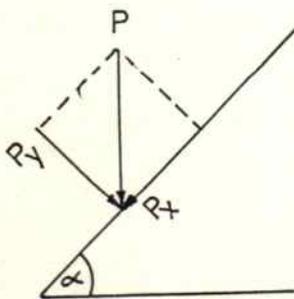
Berat atap genteng beton adalah 50 kg/m^2

$q_2 = \text{jarak gording} \times \text{berat atap}$

$$= 1,061 \times 50 = 53,05 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned}
 q_{x_2} &= q_2 \sin \alpha & q_{y_2} &= q_2 \cos \alpha \\
 &= 53,05 \sin 45^\circ & &= 53,05 \cos 45^\circ \\
 &= 37,5120 \text{ kg/m} & &= 37,5120 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{x_2} = M_{y_2} &= 1/8 \cdot q_{x_2} \cdot b^2 \\
 &= 1/8 (37,5120) (2,40)^2 = 27,0086 \text{ kg m}
 \end{aligned}$$

c. Beban tak terduga.

Gambar: 4.4.6

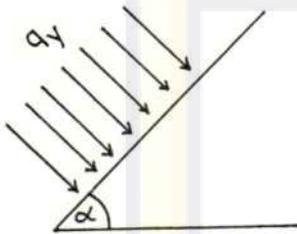
$$P = 100 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 P_x &= P \sin \alpha \\
 &= 100 \sin 45^\circ \\
 &= 70,7107 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_y &= P \cos \alpha \\
 &= 100 \cos 45^\circ \\
 &= 70,7107 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$Mx_3 = My_3 = 1/4 \cdot P_x \cdot b$$

$$= 1/4 (70,7107) (2,40) = 42,4264 \text{ kg m}$$

d. Beban angin.

Gambar: 4.4.7

$$\text{Beban angin} = 40 \text{ kg/m}^2$$

Koefisien angin :

$$C = 0,02 \alpha - 0,4$$

$$= 0,02 (45) - 0,4$$

$$= 0,5$$

$$q_x = 0$$

$$q_y = C \cdot q_{\text{angin}}$$

$$= 0,5 \times 42,44$$

$$= 21,22 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{angin}} = \text{jarak gording} \times$$

beban angin

$$= 1,061 \times 40$$

$$= 42,44 \text{ kg/m}$$

$$Mx_4 = 1/8 \cdot q_y \cdot b^2$$

$$= 1/8 (21,22) (2,40)^2 = 15,2784 \text{ kg m}$$

$$My_4 = 0$$

Kombinasi pembebanan :

$$Mx_{\text{total}} = Mx_1 + Mx_2 + Mx_3 + Mx_4$$

$$= 5,3966 + 27,0086 + 42,4264 + 15,2784$$

$$= 90,1100 \text{ kg m}$$

$$= 9011,00 \text{ kg cm}$$

$$My_{\text{total}} = My_1 + My_2 + My_3 + My_4$$

$$= 5,3966 + 27,0086 + 42,4264 + 0$$

$$= 74,8316 \text{ kg m}$$

$$= 7483,16 \text{ kg cm}$$

Kontrol tegangan yang terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_{ytd} &= \frac{M_{x_{total}}}{W_x} + \frac{M_{y_{total}}}{W_y} \\ &= \frac{9011,00}{41,2} + \frac{7483,16}{8,49} \\ &= 1100,12 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots (\text{safe})\end{aligned}$$

Kontrol lendutan yang terjadi :

a. Akibat beban atap dan berat sendiri.

$$\begin{aligned}R_{x_1} &= q_{x_1} + q_{x_2} \\ &= 7,4953 + 37,5120 \\ &= 45,0073 \text{ kg/m} = 0,4501 \text{ kg/cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{y_1} &= q_{y_1} + q_{y_2} \\ &= 7,4953 + 37,5120 \\ &= 45,0073 \text{ kg/m} = 0,4501 \text{ kg/cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{x_1} &= \frac{5}{384} \frac{R_{y_1} \cdot b^4}{E \cdot I_x} && \text{Dimana: } b = 2,40 \text{ m} \\ & && = 240 \text{ cm} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{0,4501 (240)^4}{2100000 \times 206} && E = 2100000 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,0449 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{y_1} &= \frac{5}{384} \frac{R_{x_1} \cdot b^4}{E \cdot I_y} \\ &= \frac{5}{384} \times \frac{0,4501 (240)^4}{2100000 \times 29,3} \\ &= 0,3160 \text{ cm}\end{aligned}$$

b. Akibat beban tak terduga.

$$P_x = P_y = 70,7107 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 f_{x_2} &= \frac{P_y \cdot b^3}{48 E \cdot I_y} \\
 &= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 29,3} \\
 &= 0,3310 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{y_2} &= \frac{P_x \cdot b^3}{48 E \cdot I_x} \\
 &= \frac{70,7107 (240)^3}{48 \times 2100000 \times 206} \\
 &= 0,0471 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

c. Akibat beban angin.

$$q_x = 0$$

$$q_y = 21,22 \text{ kg/m} = 0,2122 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned}
 f_{x_3} &= \frac{5}{384} \frac{q_y \cdot b^4}{E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5}{384} \times \frac{0,2122 (240)^4}{2100000 \times 206} \\
 &= 0,0212 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{y_3} = 0$$

Lendutan yang terjadi akibat kombinasi pembebanan :

$$\begin{aligned}
 f_{x_{\text{total}}} &= f_{x_1} + f_{x_2} + f_{x_3} \\
 &= 0,0449 + 0,3310 + 0,0212 \\
 &= 0,3971 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{y_{\text{total}}} &= f_{y_1} + f_{y_2} + f_{y_3} \\
 &= 0,3160 + 0,0471 + 0 \\
 &= 0,3631 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{ytd} &= \sqrt{(f_{x_{total}})^2 + (f_{y_{total}})^2} \\
 &= \sqrt{(0,3971)^2 + (0,3631)^2} \\
 &= 0,5381 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$f_{max} = \frac{1}{300} L = \frac{1}{300} \times 240 = 0,80 \text{ cm}$$

Jadi: $f_{ytd} < f_{max}$ (safe)

4.4.2. Perhitungan Kuda-Kuda

Berat yang dipikul oleh konstruksi adalah :

- a. Berat sendiri:
 - Berat kuda-kuda.
 - Berat gording.
 - Berat atap.
- b. Beban tak terduga.
- c. Beban angin.

a. Berat sendiri.

- Berat kuda-kuda.

Berat sendiri pada titik kumpul :

$$\frac{(L + 3)L \cdot b}{n - 1} \quad \text{Dimana: } n = \text{jumlah titik kumpul}$$

$$\frac{(4,50 + 3) 4,50 \times 2,40}{7 - 1} = 13,50 \text{ kg}$$

Berat sendiri pada titik kumpul D, E, C, F, dan G adalah 13,50 kg.



Berat sendiri pada titik kumpul ujung A dan B adalah $\frac{1}{2} \times 13,50 = 6,75$ kg.

- Berat gording.

Berat profil yang dipakai $C_{10} = 10,6$ kg/m.

Berat yang dipikul pada titik kumpul D, E, C, F, dan G adalah: $2 (10,6 \times 2,40) = 50,88$ kg.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung A dan B adalah: $\frac{1}{2} \times 50,88 = 25,44$ kg.

- Berat atap.

Berat atap genteng beton = 50 kg/m^2 .

Jarak gording = 1,061 m.

Berat atap setiap jarak gording adalah: $1,061 \times 50 = 53,05$ kg/m.

Berat yang dipikul pada titik kumpul D, E, C, F, dan G adalah: $53,05 \times 2,40 = 127,32$ kg.

Berat yang dipikul pada titik kumpul ujung A dan B adalah: $\frac{1}{2} \times 127,32 = 63,66$ kg.

TITIK KUMPUL	A	D	E
BERAT SENDIRI			
Berat Kuda-Kuda	6,75	13,50	13,50
Berat Gording	25,44	50,88	50,88
Berat Atap	63,66	127,32	127,32
BERAT TOTAL (kg)	95,85	191,70	191,70

C	F	G	B
13,50	13,50	13,50	6,75
50,88	50,88	50,88	25,44
127,32	127,32	127,32	63,66
191,70	191,70	191,70	95,85

b. Beban tak terduga.

Berat yang dipikul pada titik kumpul A, D, E, C, F, G, dan B adalah 100 kg.

c. Beban angin.

Beban angin = 40 kg/m^2

- Koefisien angin tekan = $0,02 (45) - 0,4 = 0,5$

Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul

$$\begin{aligned} \text{D, E, C, F, dan G} &= 0,5 \times 40 \times 1,061 \times 2,40 \\ &= 50,9280 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Beban angin tekan yang dipikul pada titik kumpul

$$\text{ujung A dan B} = \frac{1}{2} \times 50,9280 = 25,4640 \text{ kg.}$$

- Koefisien angin hisap = $-0,4$

Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul

$$\begin{aligned} \text{D, E, C, F, dan G} &= -0,4 \times 40 \times 1,061 \times 2,40 \\ &= -40,7424 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Beban angin hisap yang dipikul pada titik kumpul

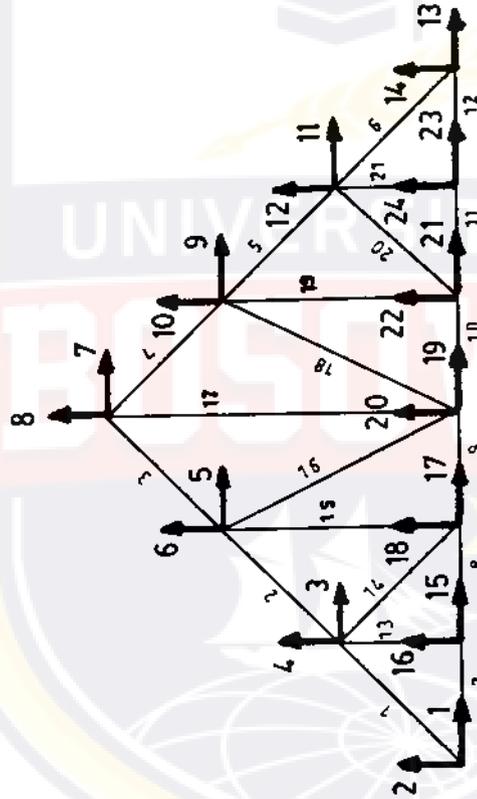
$$\text{ujung A dan B} = \frac{1}{2} \times -40,7424 = -20,3712 \text{ kg.}$$

Peninjauan terhadap desakan angin dilakukan terhadap dua arah yaitu angin yang datang dari sebelah kiri gedung dan dari sebelah kanan gedung.

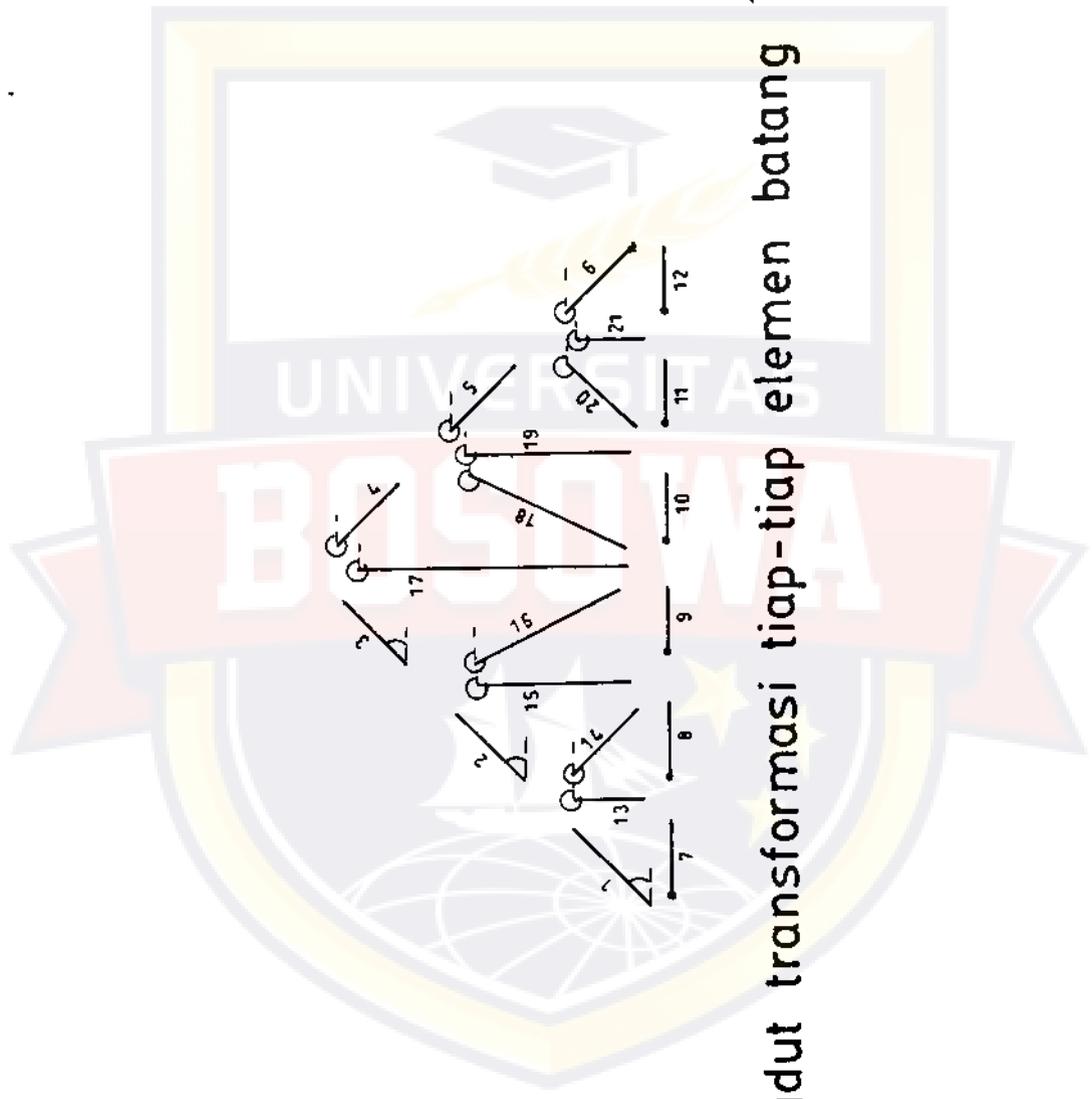
Ini dilakukan berhubung karena anggapan bahwa kuda-kuda terletak di atas sebuah sendi dan sebuah rol, sehingga walaupun tekanan angin tetap dan bentuk kap adalah simetris, tetapi akan memberikan gaya-gaya batang yang berlainan serta koefisien angin yang berbeda pula.

4.4.3. Perhitungan Gaya-Gaya Batang

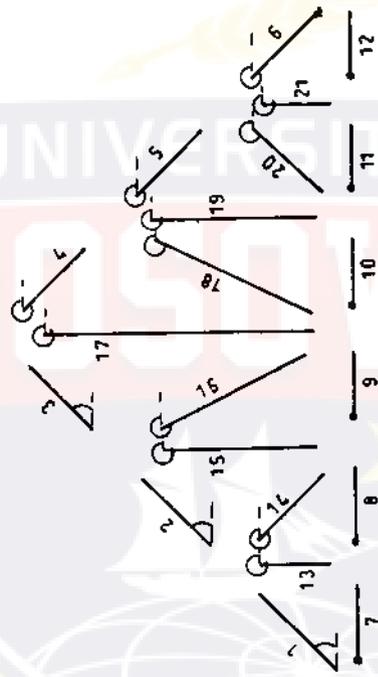
Untuk selengkapnya dapat dilihat pada halaman berikut ini.



vektor gaya lendutan di titik diskrit yang sesuai dengan koordinat struktur



sudut transformasi tiap-tiap elemen batang



MATRIKS KEKAKUAN KOORDINAT STRUKTUR
KAP BANGUNAN V

BATANG 1 :

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,7071$$

$$\cos \alpha = 0,7071$$

$$[k_1]_s = AE/1,061 \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 \\ 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

BATANG 2 :

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,7071$$

$$\cos \alpha = 0,7071$$

$$[k_2]_s = AE/1,061 \begin{matrix} & \begin{matrix} 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} & \begin{matrix} 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 \\ 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

BATANG 3 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= 0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$K_{3 \text{ 2s}} = AE/1,051 \begin{matrix} 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 5 \\ 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 6 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 7 \\ -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & 8 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 5 \\ 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 6 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & 7 \\ -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & 8 \end{matrix}$$

BATANG 4 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$K_{4 \text{ 2s}} = AE/1,051 \begin{matrix} 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 7 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 8 \\ -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 9 \\ 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 10 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 7 \\ -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 8 \\ -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 9 \\ 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 10 \end{matrix}$$

BATANG 5 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$; K \delta \delta s = AE/1,061 \begin{array}{cccccc} & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 9 \\ & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 10 \\ & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 11 \\ & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 12 \\ & 9 & 10 & 11 & 12 & \end{array}$$

$$= AE \begin{array}{cccccc} & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 9 \\ & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 10 \\ & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 11 \\ & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 12 \\ & 9 & 10 & 11 & 12 & \end{array}$$

BATANG 6 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= 0,7071 \end{aligned}$$

$$; K \delta \delta s = AE/1,061 \begin{array}{cccccc} & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 11 \\ & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 12 \\ & -0,5000 & 0,5000 & 0,5000 & -0,5000 & 13 \\ & 0,5000 & -0,5000 & -0,5000 & 0,5000 & 14 \\ & 11 & 12 & 13 & 14 & \end{array}$$

$$= AE \begin{array}{cccccc} & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 11 \\ & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 12 \\ & -0,4713 & 0,4713 & 0,4713 & -0,4713 & 13 \\ & 0,4713 & -0,4713 & -0,4713 & 0,4713 & 14 \\ & 11 & 12 & 13 & 14 & \end{array}$$

BATANG 7 :

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,0000$$

$$\cos \alpha = 1,0000$$

$$i \text{ k } 7 \text{ } \Delta s = AE/0,750$$

1,0000	0,0000	-1,0000	0,0000	1
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2
-1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	15
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16
1	2	15	16	

$$= AE$$

1,3333	0,0000	-1,3333	0,0000	1
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2
-1,3333	0,0000	1,3333	0,0000	15
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16
1	2	15	16	

BATANG 8 :

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\sin \alpha = 0,0000$$

$$\cos \alpha = 1,0000$$

$$i \text{ k } 8 \text{ } \Delta s = AE/0,750$$

1,0000	0,0000	-1,0000	0,0000	15
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16
-1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	17
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	18
15	16	17	18	

$$= AE$$

1,3333	0,0000	-1,3333	0,0000	15
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	16
-1,3333	0,0000	1,3333	0,0000	17
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	18
15	16	17	18	

BATANG 9 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ \sin \alpha &= 0,0000 \\ \cos \alpha &= 1,0000 \end{aligned}$$

$$i K 9 \text{ 2s} = AE/0,750 \begin{matrix} 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 17 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 18 \\ -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 20 \\ & & & & 17 \quad 18 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 1,3333 & 0,0000 & -1,3333 & 0,0000 & 17 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 18 \\ -1,3333 & 0,0000 & 1,3333 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 20 \\ & & & & 17 \quad 18 \quad 19 \quad 20 \end{matrix}$$

BATANG 10 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ \sin \alpha &= 0,0000 \\ \cos \alpha &= 1,0000 \end{aligned}$$

$$i K 10 \text{ 2s} = AE/0,750 \begin{matrix} 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 20 \\ -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 22 \\ & & & & 19 \quad 20 \quad 21 \quad 22 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 1,3333 & 0,0000 & -1,3333 & 0,0000 & 19 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 20 \\ -1,3333 & 0,0000 & 1,3333 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 22 \\ & & & & 19 \quad 20 \quad 21 \quad 22 \end{matrix}$$

BATANG 11 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ \sin \alpha &= 0,0000 \\ \cos \alpha &= 1,0000 \end{aligned}$$

$$i K_{11} \Delta s = AE/0,750 \begin{matrix} 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 22 \\ -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 24 \\ & & 21 & 22 & 23 & 24 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 1,3333 & 0,0000 & -1,3333 & 0,0000 & 21 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 22 \\ -1,3333 & 0,0000 & 1,3333 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 24 \\ & & 21 & 22 & 23 & 24 \end{matrix}$$

BATANG 12 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 0^\circ \\ \sin \alpha &= 0,0000 \\ \cos \alpha &= 1,0000 \end{aligned}$$

$$i K_{12} \Delta s = AE/0,750 \begin{matrix} 1,0000 & 0,0000 & -1,0000 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 24 \\ -1,0000 & 0,0000 & 1,0000 & 0,0000 & 13 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 14 \\ & & 23 & 24 & 13 & 14 \end{matrix}$$

$$= AE \begin{matrix} 1,3333 & 0,0000 & -1,3333 & 0,0000 & 23 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 24 \\ -1,3333 & 0,0000 & 1,3333 & 0,0000 & 13 \\ 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 0,0000 & 14 \\ & & 23 & 24 & 13 & 14 \end{matrix}$$

BATANG 13 :

$$\alpha = 270^\circ$$

$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

$K_{13} \Delta s = AE/0,750$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	4
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	15
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	16
	3	4	15	16

= AE

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	3
0,0000	1,3333	0,0000	-1,3333	4
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	15
0,0000	-1,3333	0,0000	1,3333	16
	3	4	15	16

BATANG 14 :

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\sin \alpha = -0,7071$$

$$\cos \alpha = 0,7071$$

$K_{14} \Delta s = AE/1,061$

0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	3
-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	4
-0,5000	0,5000	0,5000	-0,5000	17
0,5000	-0,5000	-0,5000	0,5000	18
	3	4	17	18

= AE

0,4713	-0,4713	-0,4713	0,4713	3
-0,4713	0,4713	0,4713	-0,4713	4
-0,4713	0,4713	0,4713	-0,4713	17
0,4713	-0,4713	-0,4713	0,4713	18
	3	4	17	18

BATANG 15 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 270^\circ \\ \sin \alpha &= -1,0000 \\ \cos \alpha &= 0,0000 \end{aligned}$$

$$i \text{ K 15 } \dot{z}_s = AE/1,500$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	6
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	18
	5	6	17	18

$$= AE$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5
0,0000	0,6667	0,0000	-0,6667	6
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	17
0,0000	-0,6667	0,0000	0,6667	18
	5	6	17	18

BATANG 16 :

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -1,500/0,750 \\ \sin \alpha &= -1,500/1,677 \\ \cos \alpha &= 0,750/1,677 \end{aligned}$$

$$i \text{ K 16 } \dot{z}_s = AE/1,677$$

0,2000	-0,4000	-0,2000	0,4000	5
-0,4000	0,8000	0,4000	-0,8000	6
-0,2000	0,4000	0,2000	-0,4000	19
0,4000	-0,8000	-0,4000	0,8000	20
	5	6	19	20

$$= AE$$

0,1193	-0,2385	-0,1193	0,2385	5
-0,2385	0,4770	0,2385	-0,4770	6
-0,1193	0,2385	0,1193	-0,2385	19
0,2385	-0,4770	-0,2385	0,4770	20
	5	6	19	20

BATANG 17 :

$$\begin{aligned}\alpha &= 270^\circ \\ \sin \alpha &= -1,0000 \\ \cos \alpha &= 0,0000\end{aligned}$$

$$i K 17 \zeta_s = AE/2,250$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	8
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	20
7	8	19	20	

$$= AE$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	7
0,0000	0,4444	0,0000	-0,4444	8
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	19
0,0000	-0,4444	0,0000	0,4444	20
7	8	19	20	

BATANG 18 :

$$\begin{aligned}\tan \alpha &= 1,500/0,750 \\ \sin \alpha &= -1,500/1,677 \\ \cos \alpha &= -0,750/1,677\end{aligned}$$

$$i K 18 \zeta_s = AE/1,677$$

0,2000	0,4000	-0,2000	-0,4000	9
0,4000	0,8000	-0,4000	-0,8000	10
-0,2000	-0,4000	0,2000	0,4000	19
-0,4000	-0,8000	0,4000	0,8000	20
9	10	19	20	

$$= AE$$

0,1193	0,2385	-0,1193	-0,2385	9
0,2385	0,4770	-0,2385	-0,4770	10
-0,1193	-0,2385	0,1193	0,2385	19
-0,2385	-0,4770	0,2385	0,4770	20
9	10	19	20	

BATANG 19 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 270^\circ \\ \sin \alpha &= -1,0000 \\ \cos \alpha &= 0,0000 \end{aligned}$$

i K 19 $\delta s = AE/1,500$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	10
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	21
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	22
	9	10	21	22

= AE

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	9
0,0000	0,6667	0,0000	-0,6667	10
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	21
0,0000	-0,6667	0,0000	0,6667	22
	9	10	21	22

BATANG 20 :

$$\begin{aligned} \alpha &= 45^\circ \\ \sin \alpha &= -0,7071 \\ \cos \alpha &= -0,7071 \end{aligned}$$

i K 20 $\delta s = AE/1,061$

0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	11
0,5000	0,5000	-0,5000	-0,5000	12
-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	21
-0,5000	-0,5000	0,5000	0,5000	22
	11	12	21	22

= AE

0,4713	0,4713	-0,4713	-0,4713	11
0,4713	0,4713	-0,4713	-0,4713	12
-0,4713	-0,4713	0,4713	0,4713	21
-0,4713	-0,4713	0,4713	0,4713	22
	11	12	21	22

BATANG 21 :

$$\alpha = 270^\circ$$

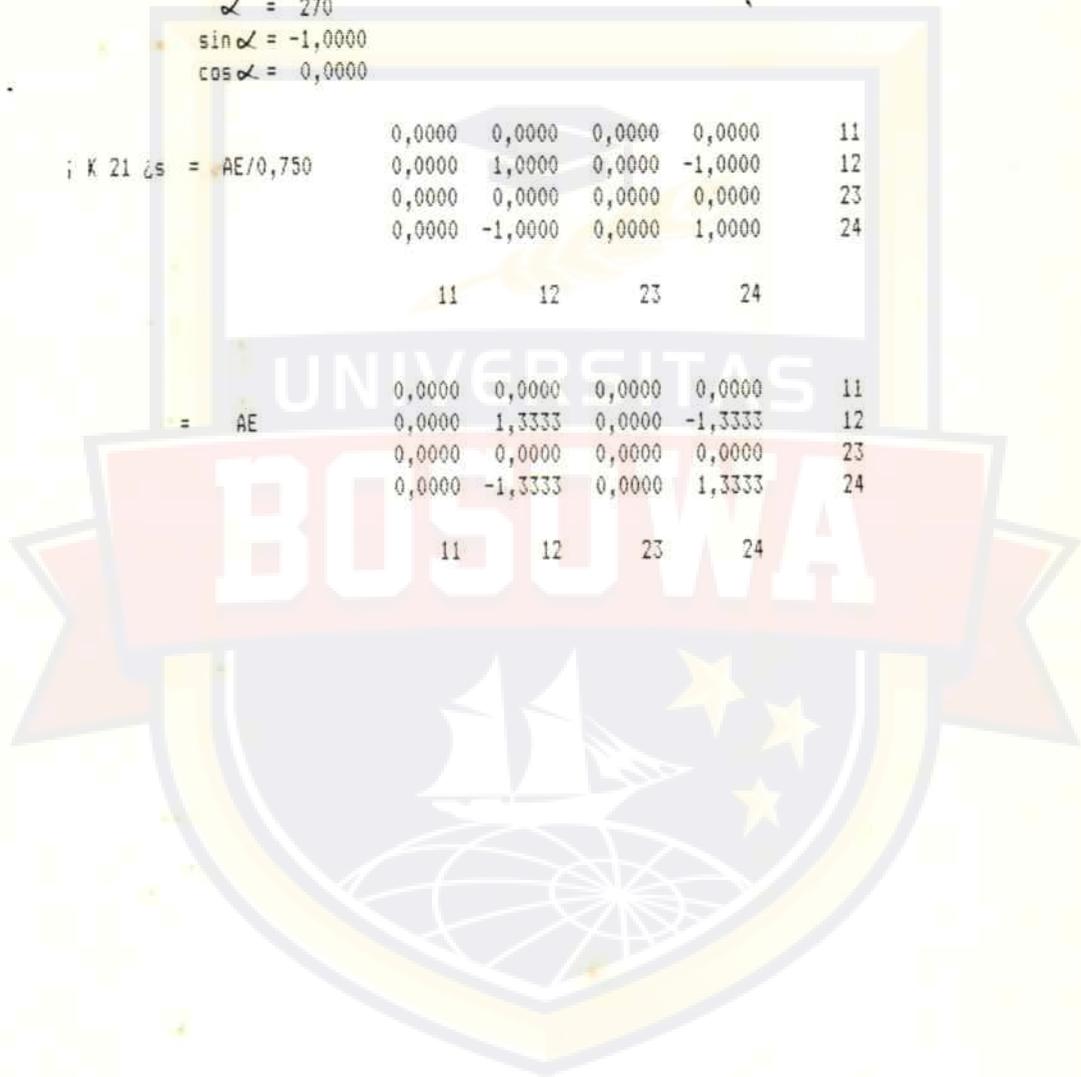
$$\sin \alpha = -1,0000$$

$$\cos \alpha = 0,0000$$

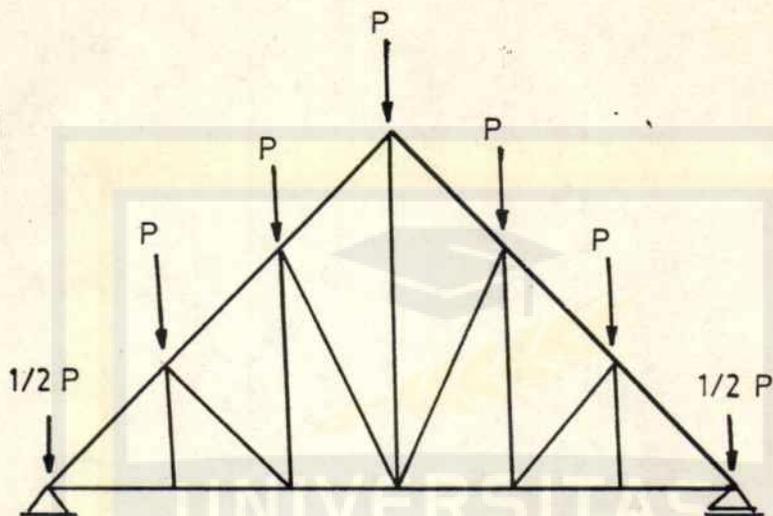
$$i K_{21} \delta_s = AE/0,750$$

0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11
0,0000	1,0000	0,0000	-1,0000	12
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23
0,0000	-1,0000	0,0000	1,0000	24
11	12	23	24	

AE	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	11
	0,0000	1,3333	0,0000	-1,3333	12
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	23
	0,0000	-1,3333	0,0000	1,3333	24
	11	12	23	24	



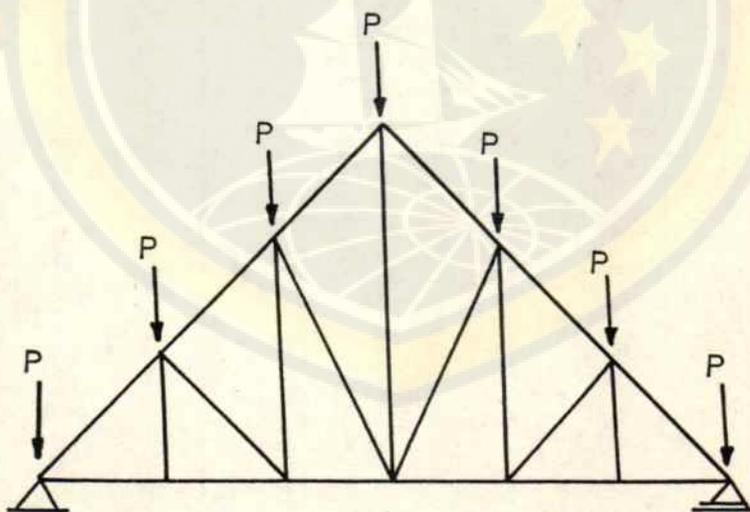
$P = 191,70 \text{ kg}$
 $1/2 P = 95,85 \text{ kg}$



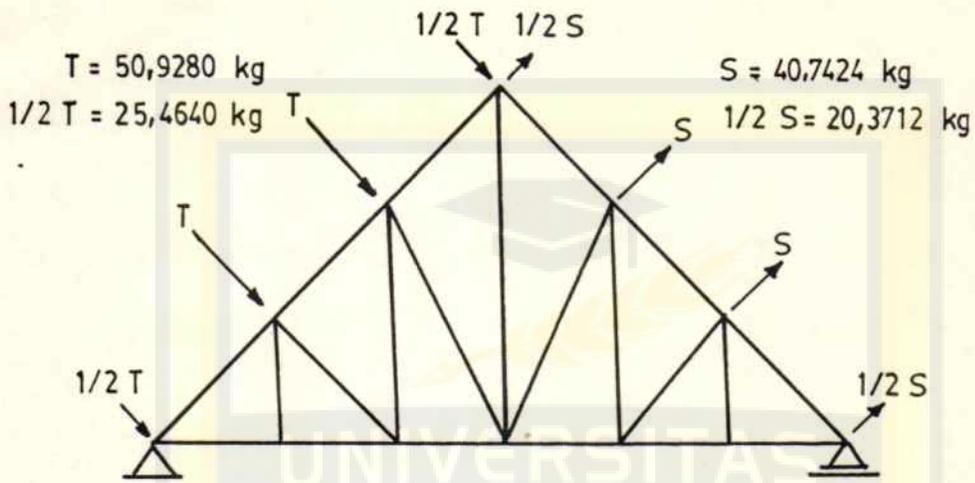
AKIBAT BERAT SENDIRI

BUSUWA

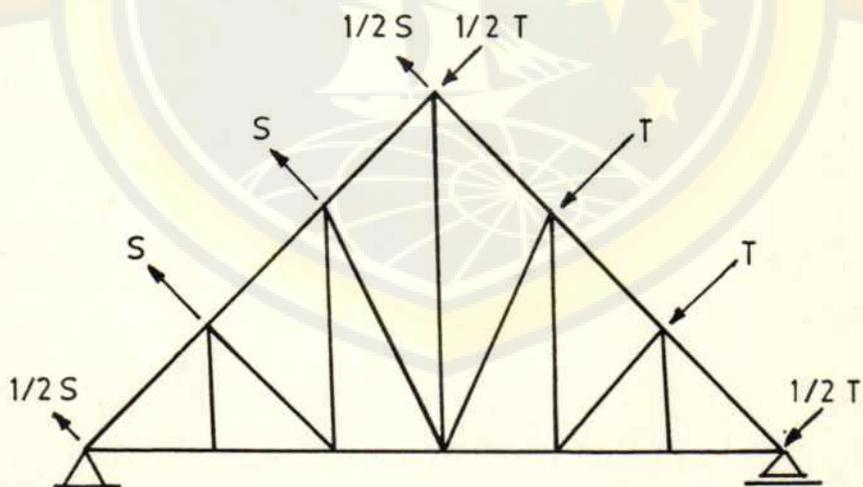
$P = 100 \text{ kg}$



AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA



AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI



AKIBAT BEBAN ANGIN KANAN

AKIBAT BERAT SENDIRI
PADA KAP BANGUNAN V (BELAKANG)

(Os)	(Os)
0.0000	2354.7311
-191.7000	-3479.9587
0.0000	2452.8729
-191.7000	-4462.4344
0.0000	1046.0797
-191.7000	-3701.2019
0.0000	-240.5131
-191.7000	-4342.2340
0.0000	9.9491
-191.7000	-3242.8174
0.0000	2200.4185
-191.7000	421.9603
0.0000	-3479.9587
0.0000	843.9206
0.0000	-4681.2367
0.0000	1156.4796
0.0000	-4638.8793
0.0000	1456.5343
0.0000	-4486.0090
0.0000	1828.4764
0.0000	-3242.8174

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24



1/RE

AKIBAT BEBAN TAK TERDUSA
PADA KAP BANGUNAN V (BELAKANG)

(0/s)		(0/s)
3	0.0000	1228.3418
4	-100.0000	-1815.3149
5	0.0000	1279.5372
6	-100.0000	-2327.8218
7	0.0000	545.6858
8	-100.0000	-1930.7261
9	0.0000	-125.4633
10	-100.0000	-2365.1194
11	0.0000	5.1899
12	-100.0000	-1691.6106
13	0.0000	1147.8448
15	0.0000	220.1149
16	0.0000	-1815.3149
17	0.0000	440.2299
18	0.0000	-2441.9597
19	0.0000	603.2758
20	0.0000	-2419.8640
21	0.0000	759.7988
22	0.0000	-2340.1194
23	0.0000	953.8218
24	0.0000	-1691.6106

GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEBAN TAK TERDUGA
PADA KAP BANGUNAN V (BELAKANG)

BATANG 4 :

[T 4]		[O 4]s		[O 4]i	
0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	1751.0708	7
0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	-979.3620	8
0.0000	0.0000	0.7071	-0.7071	1512.9509	9
0.0000	0.0000	0.7071	0.7071	-1690.3810	10
[K 4]i		[O 4]i		[O 4]i/1,061	
1.0000	0.0000	1751.0708	238.1200	224.4297	7
0.0000	0.0000	-979.3620	0.0000	0.0000	8
-1.0000	0.0000	1512.9509	-238.1200	-224.4297	9
0.0000	0.0000	-1690.3810	0.0000	0.0000	10

BATANG 5 :

[T 5]		[O 5]s		[O 5]i	
0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	1512.9509	9
0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	-1690.3810	10
0.0000	0.0000	0.7071	-0.7071	1199.8076	11
0.0000	0.0000	0.7071	0.7071	-1192.4680	12
[K 5]i		[O 5]i		[O 5]i/1,061	
1.0000	0.0000	1512.9509	313.1433	295.1397	9
0.0000	0.0000	-1690.3810	0.0000	0.0000	10
-1.0000	0.0000	1199.8076	-313.1433	-295.1397	11
0.0000	0.0000	-1192.4680	0.0000	0.0000	12

AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI
PADA KAP BANGUNAN V (BELAHKANG)

(0s)		(0s)
36.0115	3	447.3944
-36.0115	4	-454.7786
36.0115	5	476.4929
-36.0115	6	-477.8410
32.4104	7	336.3591
-3.6012	8	-327.0474
28.8092	9	362.3484
28.8092	10	-242.9429
28.8092	11	417.4769
28.8092	12	-129.6992
14.4046	13	489.0610
0.0000	14	135.1114
0.0000	15	-454.7786
0.0000	16	270.2227
0.0000	17	-541.6632
0.0000	18	373.4230
0.0000	19	-369.2627
0.0000	20	426.3736
0.0000	21	-199.7291
0.0000	22	457.7173
0.0000	23	-129.6992
0.0000	24	

BOSOWA

1/AE

GAYA-GAYA BATANG AKIBAT BEBAN ANGIN KIRI
 PADA KAP BANGUNAN V (BELAKANG)

BATANG 1 :

[T 1]		[D 1] i			
0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	1	
-0.7071	0.7071	0.0000	0.0000	2	
0.0000	0.0000	447.3944	-5.2214	3	
0.0000	0.0000	-454.7786	-637.9265	4	
[K 1] i		[C 0 1] i			
1.0000	0.0000	0.0000	5.2214	1	4.9212
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2	0.0000
-1.0000	0.0000	-5.2214	-5.2214	3	-4.9212
0.0000	0.0000	-637.9265	0.0000	4	0.0000
		[C 0 1] i / 1,061			

BATANG 2 :

[T 2]		[D 2] i					
0.7071	0.7071	0.0000	447.3944	3			
-0.7071	0.7071	0.0000	-454.7786	4			
0.0000	0.0000	0.7071	476.4929	5			
0.0000	0.0000	0.7071	-477.8410	6			
[K 2] i		[C 0 2] i					
1.0000	0.0000	-1.0000	-5.2214	3			
0.0000	0.0000	0.0000	-637.9265	4			
-1.0000	0.0000	1.0000	-0.9532	5			
0.0000	0.0000	0.0000	-674.8095	6			
		[C 0 2] i / 1,061					
			-4.2681	3			-4.0227
			0.0000	4			0.0000
			4.2681	5			4.0227
			0.0000	6			0.0000

AKTIBAT BIEDAN ANGIN KAMAH
 PADA KHP BANGUNAN V (BELUKANG)

(Ds)		(Ds)
-28.8092	3	-333.6406
28.8092	4	297.4768
-28.8092	5	-351.9271
28.8092	6	260.3204
-32.4104	7	-307.7810
-3.6012	8	173.7071
-36.0115	9	-424.1761
-36.0115	10	39.0043
-36.0115	11	-461.4587
-36.0115	12	+16.5859
-36.0115	13	-426.5652
-18.0058	14	-121.4818
0.0000	15	297.4768
0.0000	16	-242.9635
0.0000	17	317.9477
0.0000	18	-339.6316
0.0000	19	147.7108
0.0000	20	-386.6152
0.0000	21	-15.0129
0.0000	22	-406.5302
0.0000	23	-16.5359
0.0000	24	



GAYA BATANG MAKSIMUM
Kap Bangunan V (Belakang)

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (Meter)	GAYA BATANG TOTAL (Kg)		GAYA BATANG MAKSIMUM (Kg)	
		Tekan (+)	Tarik (-)	Tekan (+)	Tarik (-)
1	1.061	1091.2850	-		
2	1.061	892.5408	-		
3	1.061	688.2952	-	1105.9144	-
4	1.061	693.3922	-		
5	1.061	899.6533	-		
6	1.061	1105.9144	-		
7	0.750	-	934.7686		
8	0.750	-	934.7686		
9	0.750	-	746.3705		
10	0.750	-	679.3709		934.7686
11	0.750	-	796.4117		
12	0.750	-	796.4117		
13	0.750	-	-		
15	1.500	-	188.3981		
17	2.250	-	664.4566		664.4566
19	1.500	-	181.8615		
21	0.750	-	-		
14	1.061	266.4327	-		
16	1.677	411.4939	-	411.4939	-
18	1.677	406.6219	-		
20	1.061	257.1886	-		

4.4.4. Perhitungan Dimensi Batang

Prinsip perhitungan dimensi batang pada konstruksi Kap bangunan V analog pada perhitungan dimensi batang pada Kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil dimensi selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Hasil Dimensi Batang untuk Kap Bangunan V (belakang) yang terlampir.

4.4.5. Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan

Prinsip perhitungan jumlah baut pelat sambungan untuk Kap bangunan V analog pada perhitungan jumlah baut untuk Kap bangunan I (utama). Dan untuk hasil jumlah baut selengkapnya dapat dilihat pada Daftar Perhitungan Jumlah Baut pada Pelat Sambungan untuk Kap Bangunan V (belakang) yang terlampir.

4.4.6. Perhitungan Perletakan

Beban P yang langsung bekerja pada perletakan yang paling besar adalah akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$P = 95,85 + 100 = 195,85 \text{ kg} \approx 200 \text{ kg}$$

Reaksi perletakan yang paling besar adalah juga akibat berat sendiri + beban tak terduga.

$$R_{\max} = 575,10 + 350 = 925,10 \text{ kg} \approx 1000 \text{ kg}$$

Tekanan dari konstruksi kap (kuda-kuda) diteruskan pada pelat kaki dengan melalui baja sudut kaki, sedangkan pada kedua sisi siku dari profil yang mendatar diikat de-

ngan baut jangkar.

Digunakan pelat kaki dengan tebal (t) = 10 mm.

Perhitungan baut jangkar pada sisi datar profil siku :

$$D = R_{\max} - P$$

$$= 1000 - 200 = 800 \text{ kg}$$

Untuk sebuah baut jangkar menerima beban :

$$\frac{1}{2} D = \frac{1}{2} \times 800 = 400 \text{ kg}$$

$$F = \frac{D}{Z} = \frac{400}{0,6 \times 1400} = 0,4762 \text{ cm}^2$$

$$F = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,4762}{3,14}} = 0,78 \text{ cm}$$

Jadi digunakan 1 buah baut jangkar diameter (d) = $\emptyset \frac{1}{2}$ "

DAFTAR HASIL DIMENSI BATANG
KAP BANGUNAN V (BELAKANG)

NOMOR BATANG	PANJANG BATANG (m)	JENIS PROFIL
1	1,061	40.40.4
2	1,061	40.40.4
3	1,061	40.40.4
4	1,061	40.40.4
5	1,061	40.40.4
6	1,061	40.40.4
7	0,750	30.30.3
8	0,750	30.30.3
9	0,750	30.30.3
10	0,750	30.30.3
11	0,750	30.30.3
12	0,750	30.30.3
13	0,750	30.30.3
14	1,061	40.40.4
15	1,500	30.30.3
16	1,677	40.40.4
17	2,250	30.30.3
18	1,677	40.40.4
19	1,500	30.30.3
20	1,061	40.40.4
21	0,750	30.30.3

Perhitungan Baut pada pelat Sambungan
Kap Bangunan V (Balakang)

titik Simpul	Batang	+	-	P (kg)	Jenis Profil	d (cm)	t (cm)	P geser	P melesak	Jumlah Baut
H	1	+		1091.2850	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	7	-		943.686	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
C	3	+		688.2295	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	4	+		693.3922	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	17	-		664.4566	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
D	1	+		1091.2850	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	2	+		892.5408	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	13	-		-	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	14	+		226.4327	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
E	2	+		892.5408	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	3	+		688.2295	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	15	-		188.3981	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	16	+		411.4939	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
H	7	-		934.7686	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	8	-		934.7686	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	13	-		-	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
I	8	-		934.7686	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	9	-		746.3705	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	14	+		266.4327	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	15	-		188.3981	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	18	+		406.6219	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
J	9	-		746.3705	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	10	-		679.3709	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	16	+		411.4939	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	17	-		664.4566	30 30 3	0.75	1.00	741.8250	1575.00	2
	18	+		406.6219	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2
	18	+		406.6219	40 40 4	1.00	1.00	1318.8000	2100.00	2

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

UNIVERSITAS

BOSOWA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Dalam merencanakan suatu konstruksi kap bangunan, terlebih dahulu dilakukan analisis kekuatan konstruksi rangka batang, untuk selanjutnya digunakan dalam perencanaan dimensi batang. } buah
tersebut
2. Dengan penggunaan metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung, perencana tidak terlalu banyak penggunaan analisis gambar, hanya saja membutuhkan ketelitian perencana terutama dalam pengambilan arah putaran sudut.
3. Dengan metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung untuk rangka batang, selain diperoleh besarnya gaya-gaya batang, juga diperoleh besarnya gaya vektor lendutan yang terjadi.
4. Untuk rangka batang dengan derajat Ketidak-tentuan Kinematis yang besar, maka cara analisis dengan metode Matriks Kekakuan Superposisi Langsung ini menjadi praktis penggunaannya. }

5.2. Saran

1. Untuk mempersingkat proses operasi matriks, sering dilakukan pengelompokan dalam matriks-matriks yang bersangkutan. Hal ini disebabkan lendutan di perletakannya umumnya sama dengan nol. Oleh karenanya akan sangat menguntungkan bila vektor-vektor dilakukan partisi, - } buah
saran

sedemikian sehingga dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu vektor lendutan pada titik bebas D_f dan vektor lendutan di perletakan D_b .

2. Untuk memudahkan pelaksanaan, disarankan pada pemakaian jenis profil baja digunakan satu macam dimensi profil untuk jenis batang yang bersangkutan.
3. Untuk memperkecil resiko kesalahan yang mungkin terjadi di dalam proses perhitungan, maka dianjurkan dikerjakan dengan menggunakan komputer.
4. Perlunya dikembangkan lebih lanjut suatu paket program komputer khusus, agar metode ini dapat digunakan untuk semua jenis struktur, serta untuk struktur-struktur yang lebih kompleks.

*Sum
pelaksanaan
Lendutan*





DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS

BOSOWA

DAFTAR PUSTAKA

1. Bustraan, Daftar-Daftar untuk Konstruksi Baja; cetakan keenam belas, Penerbit P.T. Pradnya Paramita, Jakarta 1992.
2. Bruce G. Johnston, Fung-Jen Lin, dan T.V. Galambos, Basic Steel Design; terjemahan, edisi kedua, Penerbit Yustadi.
3. Charles G. Salmon dan John E. Johnson, Struktur Baja; edisi kedua, Penerbit Erlangga 1986.
4. Chu-Kia Wang, Pengantar Analisis Struktur Dengan Cara Matriks; Penerbit Erlangga 1985.
5. Chu-Kia Wang, Analisa Struktur Lanjutan; Penerbit Erlangga 1987.
6. Daniel L. Schodek, Struktur; cetakan pertama, Penerbit P.T. Eresco, Bandung 1991.
7. Ghali, A. dan A.M. Neville, Analisa Struktur, Gabungan Metode Klasik dan Matriks; edisi kedua, Penerbit Erlangga 1986.
8. Kinney, J.S. Indeterminate Structural Analysis; Addison Wesley Publishing Company, Inc., New York, c.1957.
9. Popov, E.P., Mekanika Teknik (Mechanics of Materials); terjemahan, edisi kedua (versi SI), Penerbit Erlangga 1989.

10. A.P. Potma, Ir. dan J.E. De Vries, Ir. Konstruksi Baja. Teori, Perhitungan dan Pelaksanaan; cetakan kedua, Penerbit P.T. Pradnya Paramita, Jakarta 1984.
11. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983; DPMB, Dit. Jend. Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung 1971.
12. F.X. Supartono, Ir. dan Teddy Boen, Ir. Analisa Struktur Dengan Metode Matrix; cetakan ketiga, Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta 1987.
13. Soemono, Ilmu Gaya; cetakan keempat, Djembatan, 1980.
14. S. Timoshenko, Dasar-Dasar Perhitungan Kekuatan Bahan; bagian satu Elementer, Penerbit Restu Agung, Jakarta 1989.
15. S. Imam Asy'ari, Drs. Petunjuk Teknis Menulis Naskah Ilmiah; Penerbit Usaha Nasional Surabaya-Indonesia 1984.
16. Wahyu, Drs., MS., dan Muhammad Maduki, Drs., MS., Petunjuk Praktis Membuat Skripsi; Penerbit Usaha Nasional Surabaya-Indonesia.



LAMPIRAN

UNIVERSITAS

BOSOWA



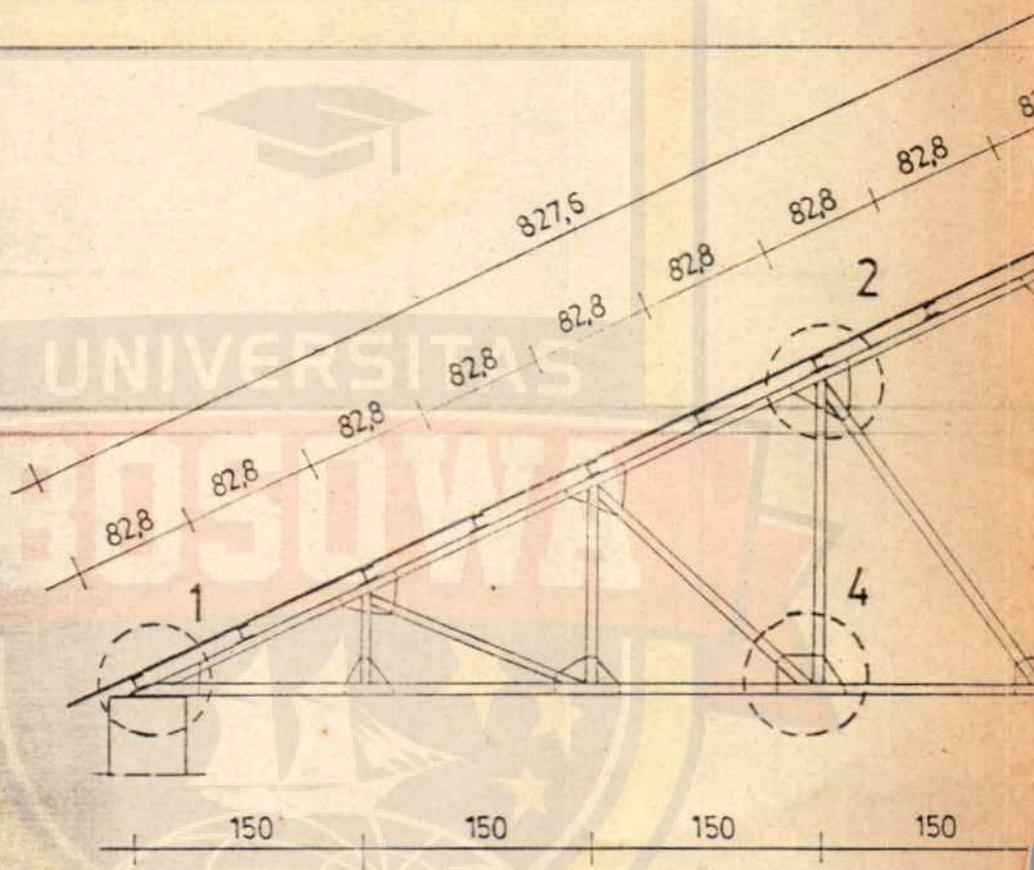
KOFISEN TEGANGAN-TEKAN α MENURUT N 1055 UNTUK
BD. 37 (BD. 00) DAN BD. 44 UNTUK BATANG-BATANG BAJA
YANG DITEKAN (TEKUK)

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,000	0,992	0,984	0,975	0,967	0,959	0,951	0,942	0,934	0,926
40	0,918	0,909	0,901	0,893	0,885	0,876	0,868	0,860	0,852	0,843
50	0,835	0,827	0,819	0,810	0,802	0,794	0,786	0,777	0,769	0,761
60	0,753	0,744	0,736	0,728	0,720	0,711	0,703	0,695	0,687	0,678
70	0,670	0,662	0,654	0,645	0,637	0,629	0,621	0,612	0,604	0,596
80	0,588	0,580	0,571	0,563	0,555	0,547	0,538	0,530	0,522	0,514
90	0,505	0,497	0,489	0,481	0,472	0,464	0,456	0,448	0,439	0,431
100	0,423	0,415	0,407	0,399	0,391	0,384	0,377	0,370	0,363	0,356
110	0,350	0,343	0,337	0,331	0,325	0,320	0,314	0,309	0,304	0,299
120	0,294	0,289	0,284	0,280	0,275	0,271	0,266	0,262	0,258	0,254
130	0,250	0,246	0,243	0,239	0,236	0,232	0,229	0,225	0,222	0,219
140	0,216	0,213	0,210	0,207	0,204	0,201	0,198	0,196	0,193	0,191
150	0,188	0,186	0,183	0,181	0,178	0,176	0,174	0,172	0,169	0,167
160	0,165	0,163	0,161	0,159	0,157	0,155	0,154	0,152	0,150	0,148
170	0,146	0,145	0,143	0,141	0,140	0,138	0,137	0,135	0,134	0,132
180	0,131	0,129	0,128	0,126	0,125	0,124	0,122	0,121	0,120	0,118
190	0,117	0,116	0,115	0,114	0,112	0,111	0,110	0,109	0,108	0,107
200	0,106	0,104	0,103	0,102	0,101	0,100	0,099	0,099	0,098	0,097

Untuk kerampingan-kerampingan yang lebih besar, maka dapat dipergunakan rumus Euler:

$$P = \frac{\pi^2 EI}{\nu L^2}$$

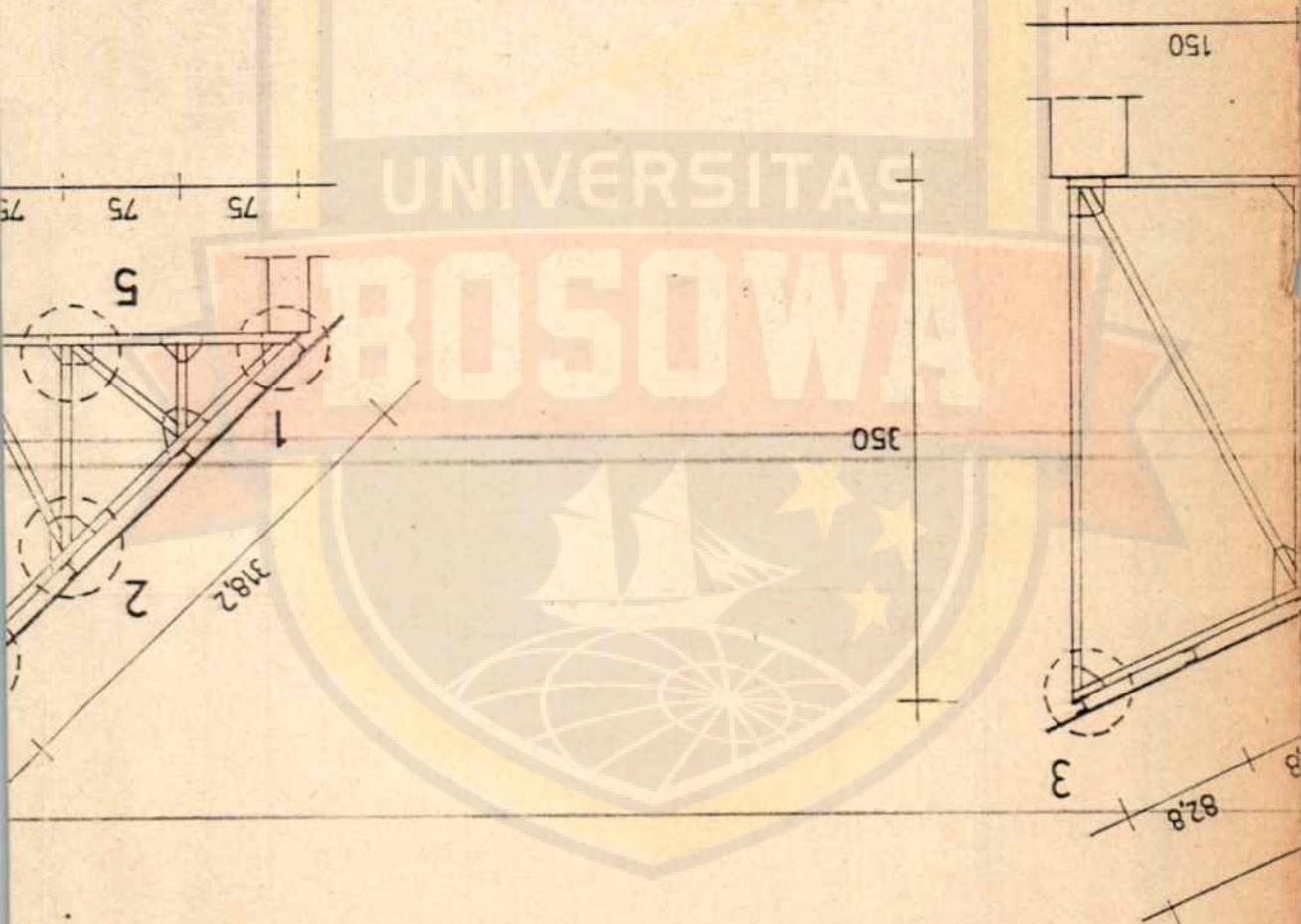
di mana $\nu = 3,5$ untuk tegangan pokok dari 1400 kg/cm² dan $\nu = 3,04$ untuk tegangan pokok dari 1610 kg/cm²



DENAH KAP II (BANGUNAN SA

DENAH KAF

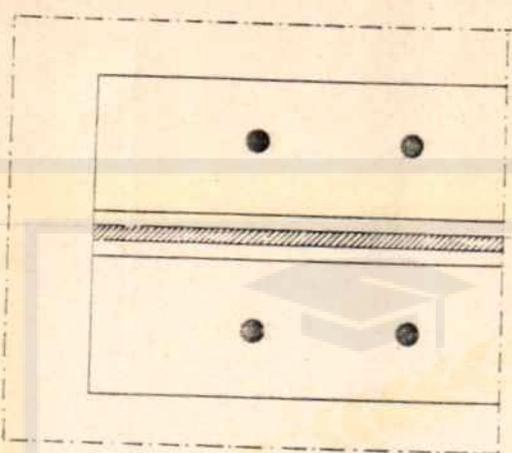
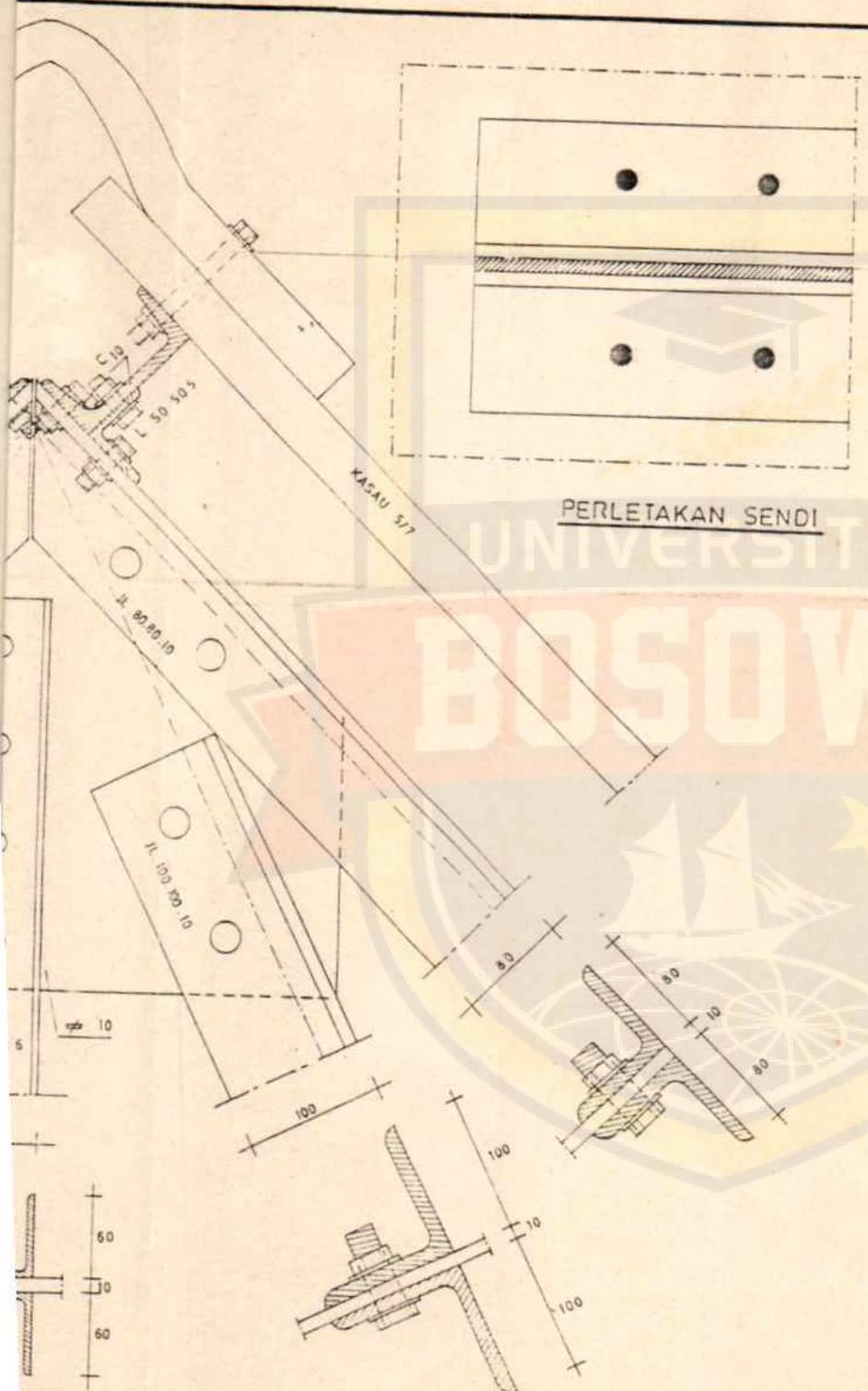
(AP)



FAKULTAS . TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN JURUSAN SIPIL UNIVERSITAS '45' UJUNG PANDANG	
judul tugas akhir :	
TINJAUAN PERENCANAAN KAP GEDUNG DPRD II KABUPATEN MAMJU	
dikerjakan oleh : MUH. YUSUF sfb: 45 86 040 071	
disetujui oleh dosen pembimbing : 1. Ir. H. Muhammad Ismail 2. Ir. Darwis Pangurseng, MSc. 3. Ir. Syahrul Sariman a.n. Dosen Pembimbing	
Skala : 0 50 100 200 300 cm  25 75	
gambar	catatan
DENAH	
nomor lembar	jumlah lembar
2	5

(NG)

5



PERLETAKAN SENDI

FAKULTAS TEKNIK
 SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN SIPIL
 UNIVERSITAS '45'
 UJUNG PANDANG

judul tugas akhir :
 TINJAUAN PERENCANAAN
 KAP GEDUNG DPRD II
 KABUPATEN MAMUJU

dikerjakan oleh :
MUH. YUSUF
 stb: 45 86 040 071

disetujui oleh dosen pembimbing :

1. Ir. H. Muhammad Ismail
2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc.
3. Ir. Syahrul Sariman

a.n. Dosen Pembimbing

(IR. H. MUHAMMAD ISMAIL)

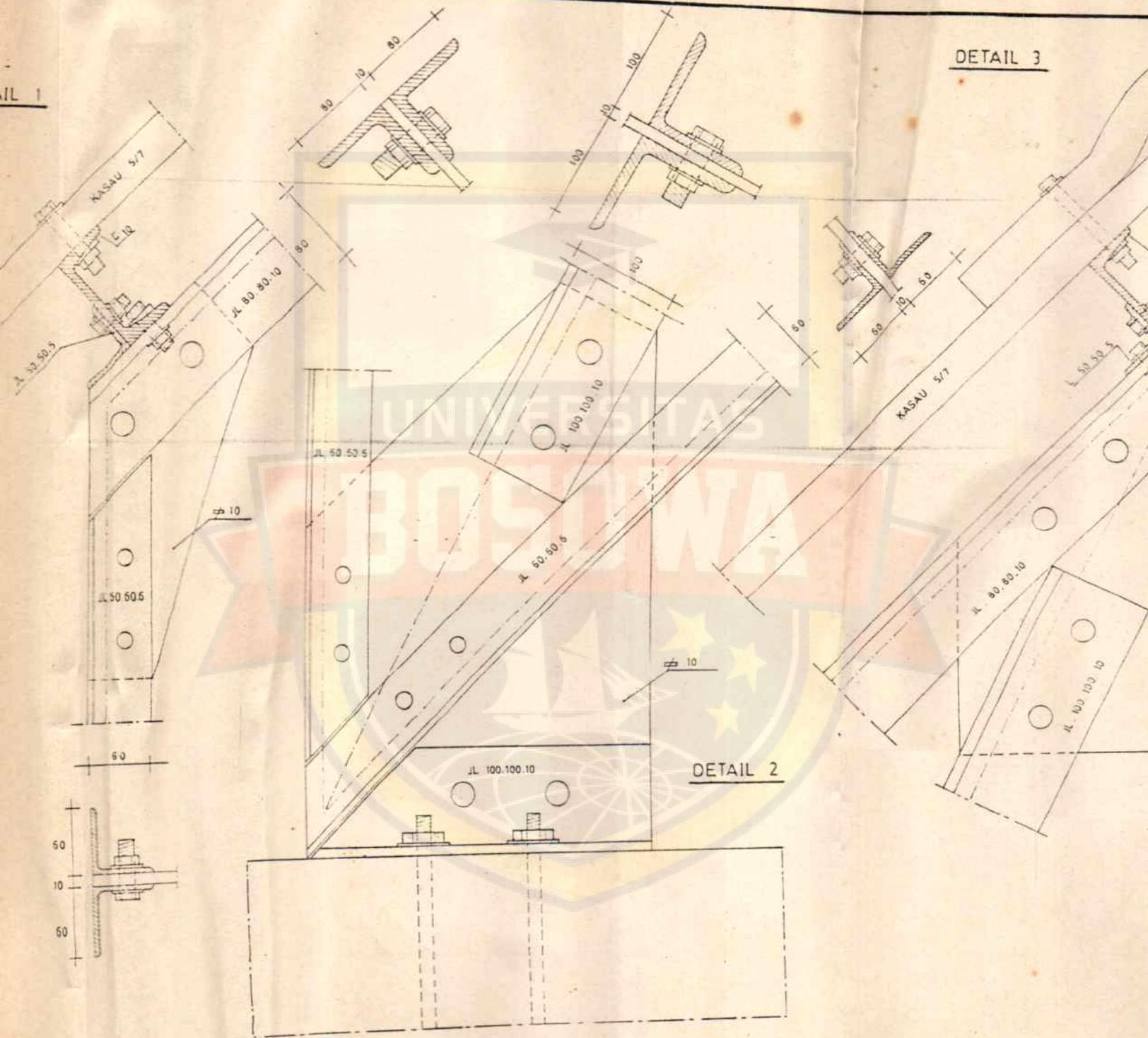
skala :



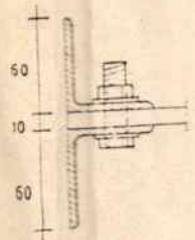
gambar	catatan
DETAIL KAP I	
nomor lembar	jumlah lembar
3	5

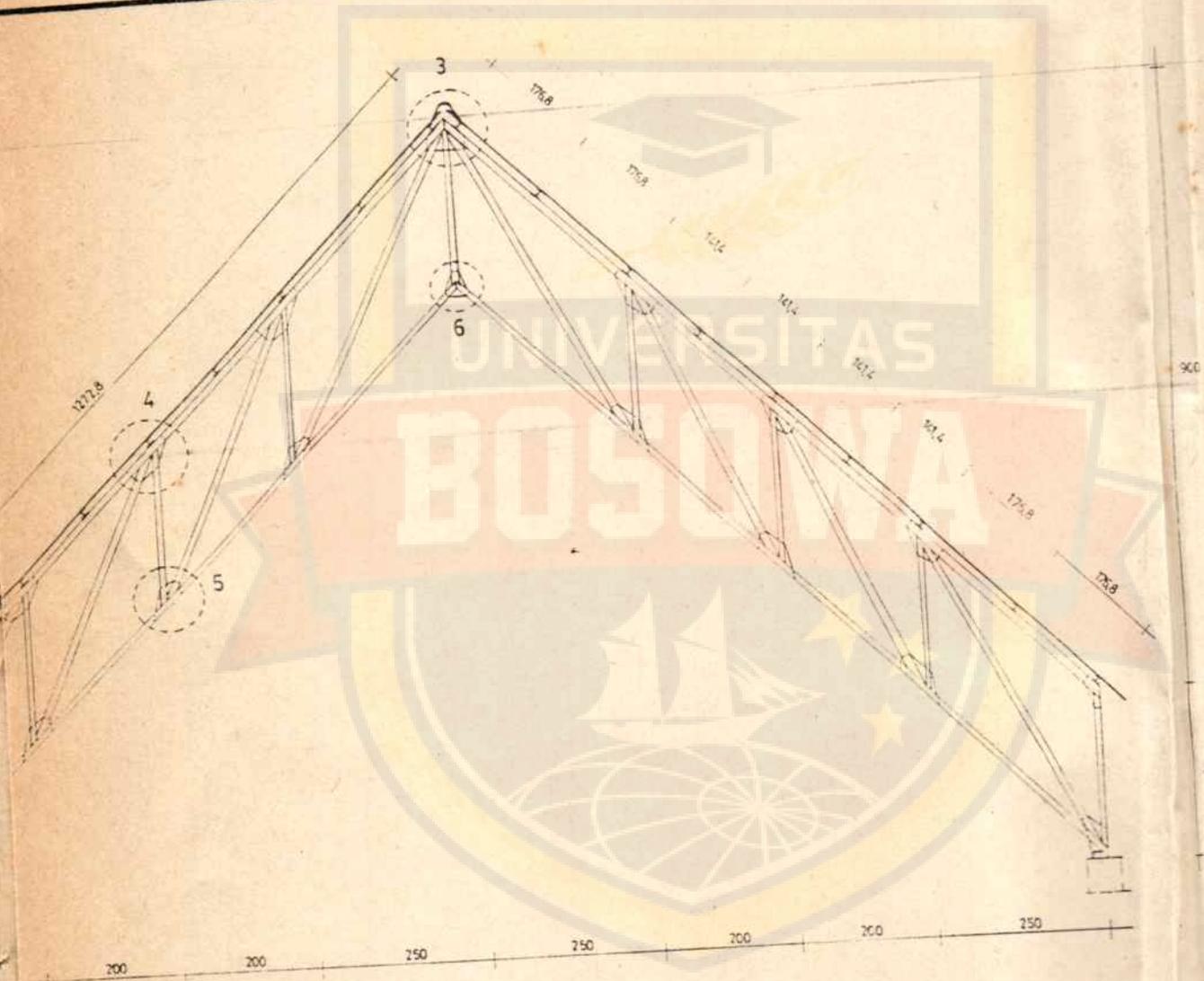
IL 1

DETAIL 3



DETAIL 2





DENAH KAP I (BANGUNAN UTAMA)



FAKULTAS TEKNIK
SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS '45'
UJUNG PANDANG

judul tugas akhir :

TINJAUAN PERENCANAAN
KAP GEDUNG DPRD II
KABUPATEN MAMUJU

dikerjakan oleh :

MUHAMMAD YUSUF

sid: -E 85 040 071

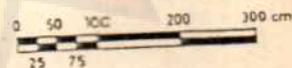
dibimbing oleh dosen pembimbing :

1. Ir. H. Muhammad Ismail
2. Ir. Darwis Panguriseng, MSc.
3. Ir. Syahrul Sariman

a.n. Dosen Pembimbing

(Ir. H. MUHAMMAD ISMAIL)

skala :



DENAH KAP III & IV

gambar

catatan

DENAH

nomor lembar

jumlah lembar

1

5

BENTUK SUPERPOSISI

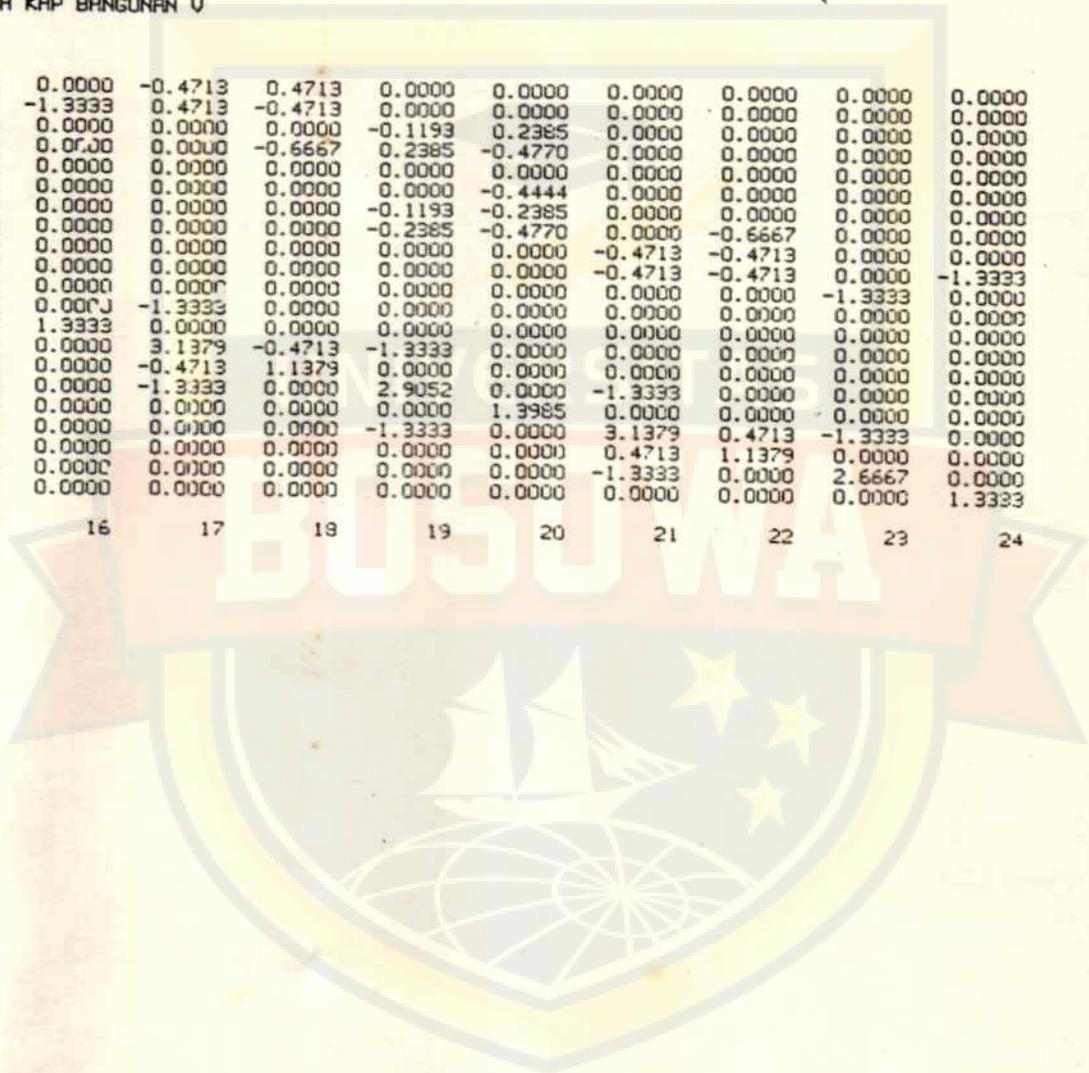
1.8046	0.4713	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.4713	0.4713	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4713	-0.4713	1.4425	0.5000	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4713	-0.4713	0.5000	2.7471	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	1.0618	0.7040	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	2.0862	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.9425	0.0000	-0.4713	0.4713	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.0000	1.3870	0.4713	-0.4713	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	1.0618	-0.7040	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713	-0.4713	-0.7040	2.0862	0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	1.4138
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713	-0.4713	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713
-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1193	0.2385	0.0000	0.0000	-0.1193	-0.2385	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2385	-0.4770	0.0000	-0.4444	-0.2385	-0.4770	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6667	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

RE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

PARTISI PADA VEKTOR TITIK BEBAS
PADA KAP BANGUNAN U

0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3
0.0000	0.0000	-1.3333	0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1193	0.2385	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	5
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6667	0.2385	-0.4770	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.1193	-0.2385	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.2385	-0.4770	0.0000	-0.6667	0.0000	0.0000	0.0000	9
-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	10
0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.0000	-1.3333	0.0000	11
1.8046	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	0.0000	12
0.0000	2.6667	0.0000	-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	0.0000	0.0000	13
0.0000	0.0000	1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	14
0.0000	-1.3333	0.0000	3.1379	-0.4713	-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	15
0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	1.1379	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	16
0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	0.0000	2.9052	0.0000	-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	17
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.3985	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	18
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	0.0000	3.1379	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	19
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713	1.1379	-1.3333	0.0000	0.0000	20
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333	1.1379	0.0000	2.6667	0.0000	21
-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.3333	22
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	23
												24
13	15	16	17	19	19	20	21	22	23	24		



1.4425	0.5000	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.5000	2.7471	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4713	-0.4713	1.0618	0.7040	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4713	-0.4713	0.7040	2.0862	-0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.9425	0.0000	-0.4713	0.4713	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	0.0000	1.3870	0.4713	-0.4713	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	1.0618	-0.7040	-0.4713	0.4713	0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713	-0.4713	-0.7040	2.0862	0.4713	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	1.4138	-0.4713	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4713	-0.4713	-0.4713	2.7471	0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	0.4713	0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	-1.3333	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.4713	0.4713	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.4713	-0.4713	0.0000	-0.6667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.1193	0.2385	0.0000	0.0000	-0.1193	-0.2385	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.2385	-0.4770	0.0000	-0.4444	-0.2385	-0.4770	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.4713	-0.4713	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.6667	-0.4713	-0.4713	-0.4713
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-1.3333

[Ks] = RE

3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

BUSUWA



KAP BANGUNAN U (BELAKANG)

-1.4958	2.0461	0.6820	-3.1745	1.3641	-4.0084	1.6369	-2.9087	1.7733	-2.3328	1.9097	-1.4958	3
1.9212	-2.1491	-0.7164	5.0848	-1.4327	5.6106	-1.7193	4.1054	-1.8625	3.1504	-2.0058	1.9212	4
-2.1798	2.3594	0.5365	-2.0299	1.0729	-3.4944	1.5875	-3.5617	1.8448	-3.1171	2.1021	-2.1798	5
2.9979	-2.5061	-0.5854	4.7509	-1.1707	6.6253	-1.7049	5.9028	-1.9719	4.7061	-2.2390	2.9979	6
-1.8376	2.2564	0.3771	-0.1194	0.7543	-0.4751	1.1301	-1.1678	1.5056	-1.8621	1.8810	-1.8376	7
3.0289	-2.4249	-0.4333	3.2458	-0.8666	4.3704	-1.2650	4.6117	-1.6516	4.1905	-2.0383	3.0289	8
-0.1354	2.2397	0.4966	0.1906	0.9931	0.6928	1.4918	1.0816	1.7411	0.9332	1.9904	-0.1354	9
4.3579	-2.4198	-0.3066	3.1504	-0.6132	4.7740	-0.8858	5.7584	-1.3972	6.2464	-1.9085	4.3579	10
0.8438	2.6591	0.6364	-0.6333	1.2728	-0.2774	1.9023	0.2463	2.4046	1.2414	2.5319	0.8438	11
4.6103	-1.9786	-0.1595	1.9212	-0.3190	3.0393	-0.4578	3.8203	-0.7147	5.1079	-1.3466	4.6103	12
-1.9786	4.6158	0.7886	-2.1491	1.5772	-2.5524	2.3427	-2.4713	3.1004	-2.4198	3.8581	-1.9786	13
-0.1595	0.7886	0.7629	-0.7164	0.7757	-0.6008	0.7809	-0.4483	0.7935	-0.3066	0.7860	-0.1595	15
1.9212	-2.1491	-0.7164	5.8348	-1.4327	5.6106	-1.7193	4.1054	-1.8625	3.1504	-2.0058	1.9212	16
-0.3190	1.5772	0.7757	-1.4327	1.5515	-1.2016	1.5618	-0.8975	1.5669	-0.6132	1.5721	-0.3190	17
3.0393	-2.5524	-0.6008	5.6106	-1.2016	8.2463	-1.7419	5.9914	-2.0121	4.7740	-2.2922	3.0393	18
-0.4578	2.3427	0.7809	-1.7193	1.5618	-1.7419	2.3241	-1.3020	2.3303	-0.8358	2.3365	-0.4578	19
3.8203	-2.4713	-0.4488	4.1054	-0.8975	5.9914	-1.3020	6.9502	-1.6918	5.7584	-2.0815	3.8203	20
-0.7147	3.1004	0.7835	-1.8625	1.5669	-2.0121	2.3303	-1.6918	3.0870	-1.3972	3.0937	-0.7147	21
5.1079	-2.4198	-0.3066	3.1504	-0.6132	4.7740	-0.8858	5.7584	-1.3972	7.7464	-1.9085	5.1079	22
-1.3466	3.8581	0.7860	-2.0058	1.5721	-2.2922	2.3365	-2.0815	3.0937	-1.9085	3.8509	-1.3466	23
4.6103	-1.9786	-0.1595	1.9212	-0.3190	3.0393	-0.4578	3.8203	-0.7147	5.1079	-1.3466	5.3603	24
12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

BUSUWA



[Ks invers] = AE

3.3558	-3.1745	2.5993	-3.1900	1.1137	-2.0903	0.4852	-2.3328	0.9363
-3.1745	5.0848	-2.0299	4.7509	-0.1194	3.2458	0.1906	3.1504	-0.6333
2.5993	-2.0299	4.6861	-3.4507	2.5254	-2.0179	0.6983	-3.1171	0.9076
-3.1900	4.7509	-3.4507	6.5229	-0.4726	4.3004	0.6887	4.7061	-0.2638
1.1137	-0.1194	2.5254	-0.4726	4.2779	-1.1652	2.5188	-1.8621	1.4811
-2.0903	3.2458	-2.0179	4.3004	-1.1652	4.5417	-0.4225	4.1905	-0.4901
0.4852	0.1906	0.6983	0.6887	2.5188	-0.4225	4.5837	0.9332	2.8097
-2.3328	3.1504	-3.1171	4.7061	-1.8621	4.1905	0.9332	6.2464	0.4914
0.9363	-0.6333	0.9076	-0.2638	1.4811	-0.4901	2.8097	0.4914	3.8631
-1.4958	1.9212	-2.1798	2.9979	-1.8376	3.0289	-0.1354	4.3579	0.8438
2.0461	-2.1491	2.3594	-2.5061	2.2564	-2.4249	2.2397	-2.4198	2.6591
0.6820	-0.7164	0.5365	-0.5854	0.3771	-0.4333	0.4966	-0.3066	0.6364
-3.1745	5.0848	-2.0299	4.7509	-0.1194	3.2458	0.1906	3.1504	-0.6333
1.3641	-1.4327	1.0729	-1.1707	0.7543	-0.8666	0.9931	-0.6132	1.2728
-4.0084	5.6106	-3.4944	6.6253	-0.4751	4.3704	0.6928	4.7740	-0.2774
1.6369	-1.7193	1.5875	-1.7043	1.1301	-1.2650	1.4918	-0.8858	1.9023
-2.9087	4.1054	-3.5617	5.9028	-1.1679	4.6117	1.0816	5.7584	0.2463
1.7733	-1.8625	1.8448	-1.9719	1.5056	-1.6516	1.7411	-1.3972	2.4046
-2.3328	3.1504	-3.1171	4.7061	-1.8621	4.1905	0.9332	6.2464	1.2414
1.9097	-2.0058	2.1021	-2.2390	1.8310	-2.0383	1.9904	-1.9085	2.5319
-1.4958	1.9212	-2.1798	2.9979	-1.8376	3.0289	-0.1354	4.3579	0.8438

3 4 5 6 7 8 9 10 11

BUSUWA



