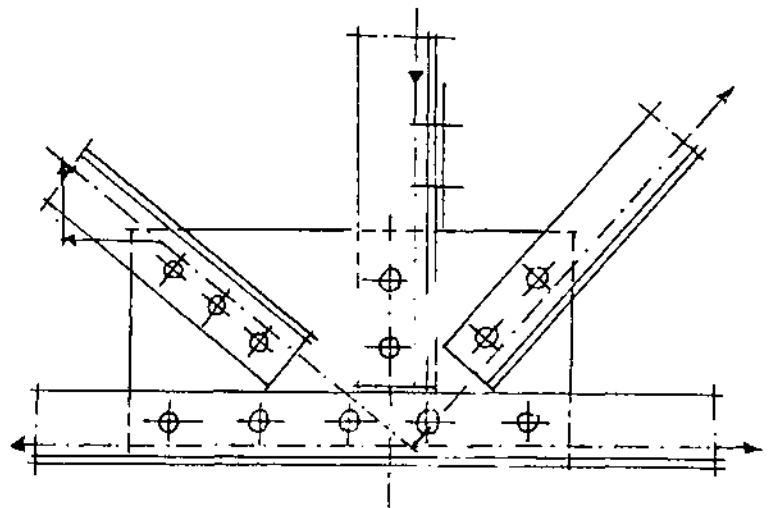


GADING 2 KAP

KONSTR. BADJA

**OLEH :
IR. SLAMET KASDJONO**



FAKULTAS TEKNIK ARSITEKTUR "PETRA"

GADING-2 KAP
(Kapconstructie)

024 0021
Kaj
Kjg

I. Gading-2 kap.

Gading-2 kap ialah suatu rangka batang, dimana penutup atapnja mendapat gaja/beban dan djuga merupakan beban dimana gaja-2/beban-2 tsb. diterima oleh batang-2 rangka tsb.

Bentuk dari gading-2 kap tidak sadja ditentukan oleh konstruksinja tapi djuga oleh keadaan dan kegunaan dari bangunan.

I.1. Bagian-2 dari gading-2 kap.

- 1.a. Gading-2 kap, merupakan bagian atas dari bangunan dan berdiri sedjadjar dengan lebar bangunan (breedte overspannen).
Djarak antara gading-2 kap disebut djarak span (spantafstand) dan panjang gading kap disebut lebar span (overspanning).
- 1.b. Gording, sedjadjar dengan nok dari bangunan dan merupakan beban pada titik buhul (knooppunten).
Djika djarak titik-2 buhul terlalu besar, kadang-2 dipasang gording antara. Gording dapat digunakan dari bahan kaju atau bahan badja.
- 1.c. Djika penutup atap jang digunakan dari bahan jang lembek dan atau djarak-2 gording agak besar, maka dapat digunakan batang-2 perantara jang dipasang sedjadjar dengan gading-2 kap. Batang-2 ini dinamakan sparren atau sporen. Dapat dipakai dari bahan kaju atau badja.
- 1.d. Untuk membuat kaku bangunan kearah memandjang dari bangunan, maka diberi suatu ikatan, jaitu ikatan memandjang, atau ikatan angin.
Ikatan ini memudahkan montage gading-2 kap dan mengurangi tekuk dari batang atas gading-2 kap.

I.2. 1. Beban-2 pada gading-2 kap.

Beban-2 pada gading-2 kap dalam perhitungan umum ialah :

- 2.a. Berat sendiri dari span/gading-2 kap)
- 2.b. Berat sendiri dari gording) berat konstruksi.
- 2.c. Berat dari penutup atap)
- 2.d. Tekanan angin
- 2.e. Tekanan saldju - di Indonesia tidak diperhitungkan.
- 2.f. Beban tak terduga.

Ketiga beban pertama adalah permanent, sedang untuk tekanan angin ditentukan menurut letak bangunan.

Berat sendiri ditaksir berkisar antara $7 - 18 \text{ kg/m}^2$ luas bidang datar. Untuk djarak gading-2 kap + 5.00 m dan tinggi kap $h = \frac{1}{4} - \frac{1}{5} l$ dengan djumlahbeban 125 kg/m^2 luas bidang datar diperkirakan: $0,6 l \text{ kg/m}^2$ luas bidang datar dimana $l =$ pandjang bentang dalam meter.

Pada penentuan berat sendiri gording, dapat dilihat dari tabel profil konstruksi badja, sedang untuk berat sendiri penutup atap dapat dilihat dari lembaran normalisasi N.1055 atau dari tabel.

Untuk beban tak terduga umumnja diambil $+ 100 \text{ kg/m}^2$ luas bidang mendatar. Tekanan angin diperhitungkan berdasarkan dari bentuk bangunan dan sudut lereng dari gading-2 kap.

Besarnja tekanan angin tergantung dari letak bangunan, misalnja pada daerah jang terbuka akan lebih besar dari pada daerah jang tertutup.

I.2. 2. Koefisien-2

Bangunan tertutup.

Terhadap dinding luar koefisien itu adalah :

2.a. Pada djurusan angin :

Untuk bidang-2 dengan sudut miring 65° s/d 90° terhadap bidang mendatar + $0,9$

Untuk sudut-2 jang $< 65^\circ$, bila $\alpha =$ djumlah deradajat sudut miring + $0,02 \alpha = 0,4$

Untuk selanjutnja lihat tabel koefisien angin dalam buku Polytchnik hal. 218 - 221.

1.3. Perhitungan beban

I.3. Perhitungan beban.

- A. Berat konstruksi + beban tak terduga
- B. Berat konstruksi + beban tak terduga + angin kiri
- C. Berat konstruksi + beban tak terduga + angin kanan.

Dari ketiga perhitungan tsb. diambil gaja^{m2} yang maksimal.

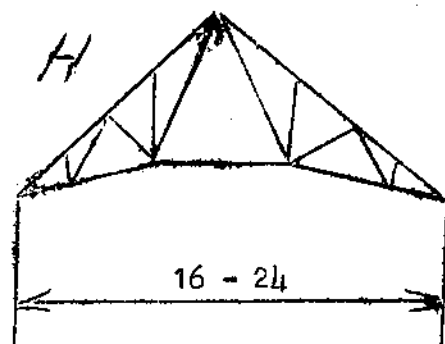
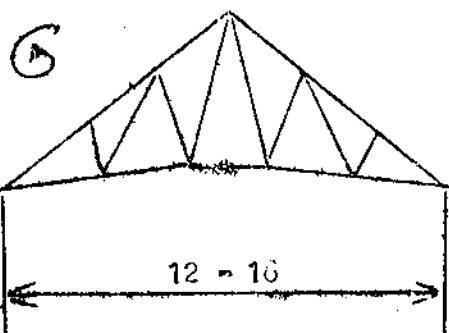
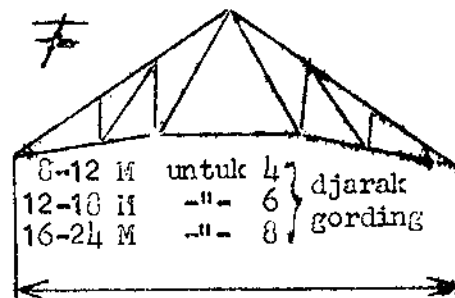
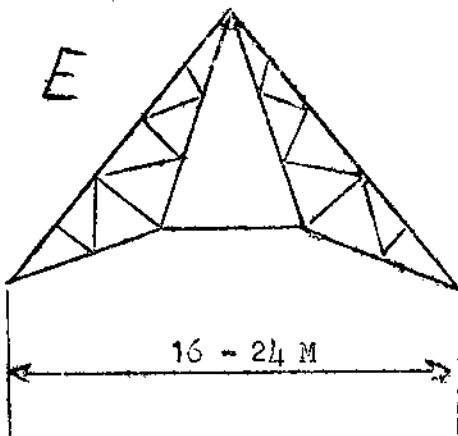
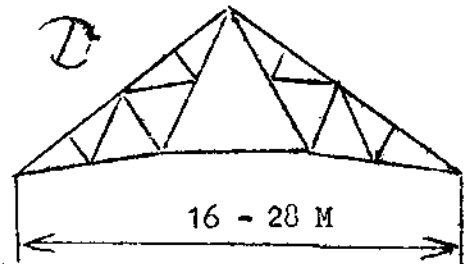
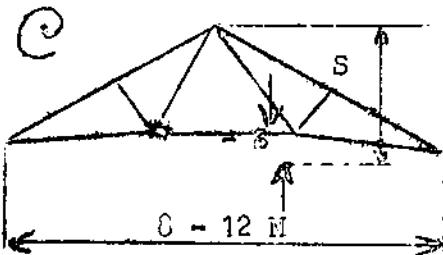
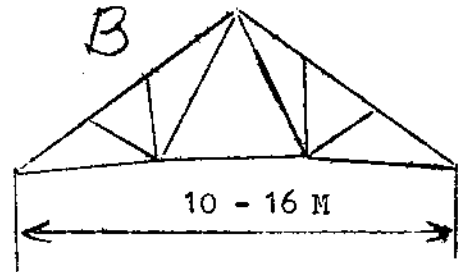
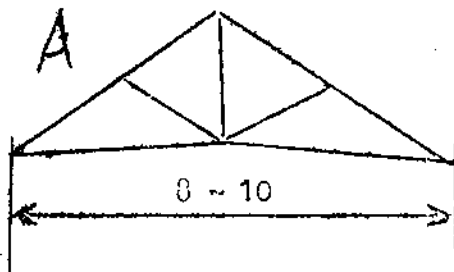
Pada umumnya gading-2 kap dengan sudut lereng $\leq 40^\circ$ tekanan angin tidak ada pengaruhnya terhadap perhitungan (gajanya ketjil dibandingkan gaja berat konstruksi).

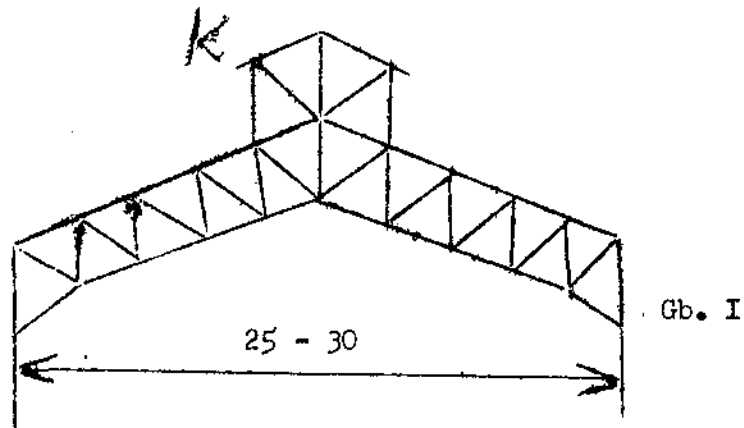
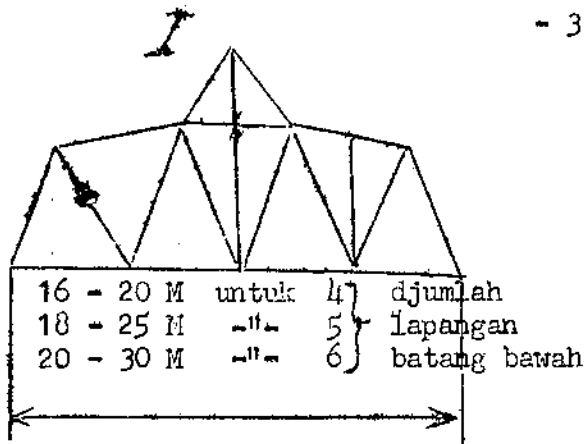
I.4. Bentuk-2 dari gading-2 kap.

(Lihat gambar I).

I.5. Perletakan.

- 5.1. Umumnya untuk perletakan gading-2 kap dengan bentang yang ketjil, konstruksinya seperti pada gambar II.
- 5.2. Untuk gading-2 kap yang berat, yaitu dengan bentang yang besar, maka konstruksi perletakan seperti pada gambar III.



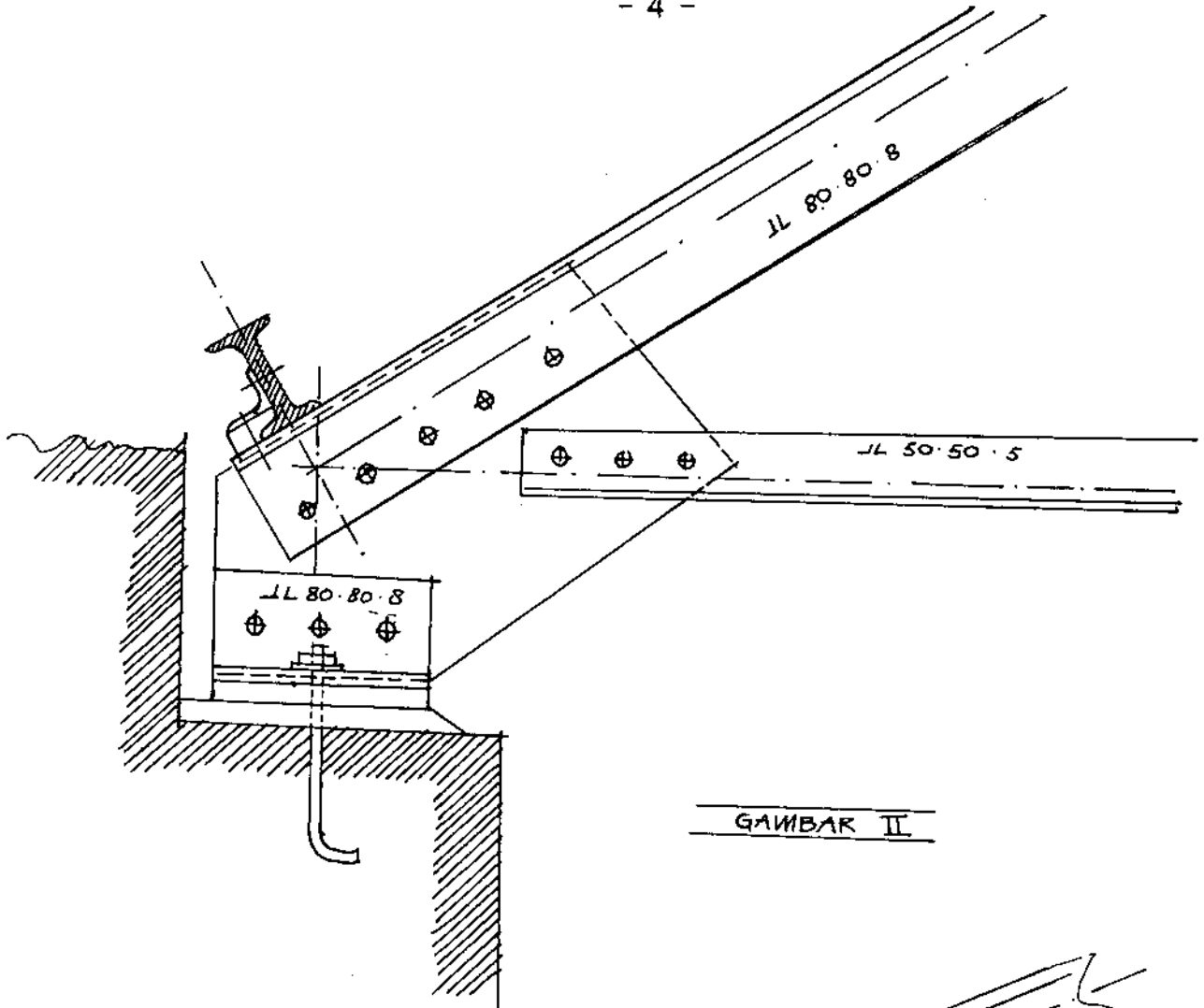


- A dan B - Spant Djerman
- C, D dan E - Spant Polonceau
- F - Spant Inggris
- G dan H - Spant Belgia
- I - Spant untuk pabrik dimana bagian atas dipasang katja dan merupakan gading-2 kap ketjil jang sedjadjar dgn pandjang bangunan
- J - Spant untuk konstruksi dengan sudut lereng jang ketjil.
- K - Spant untuk pabrik dengan diagonal berarah kedalam.

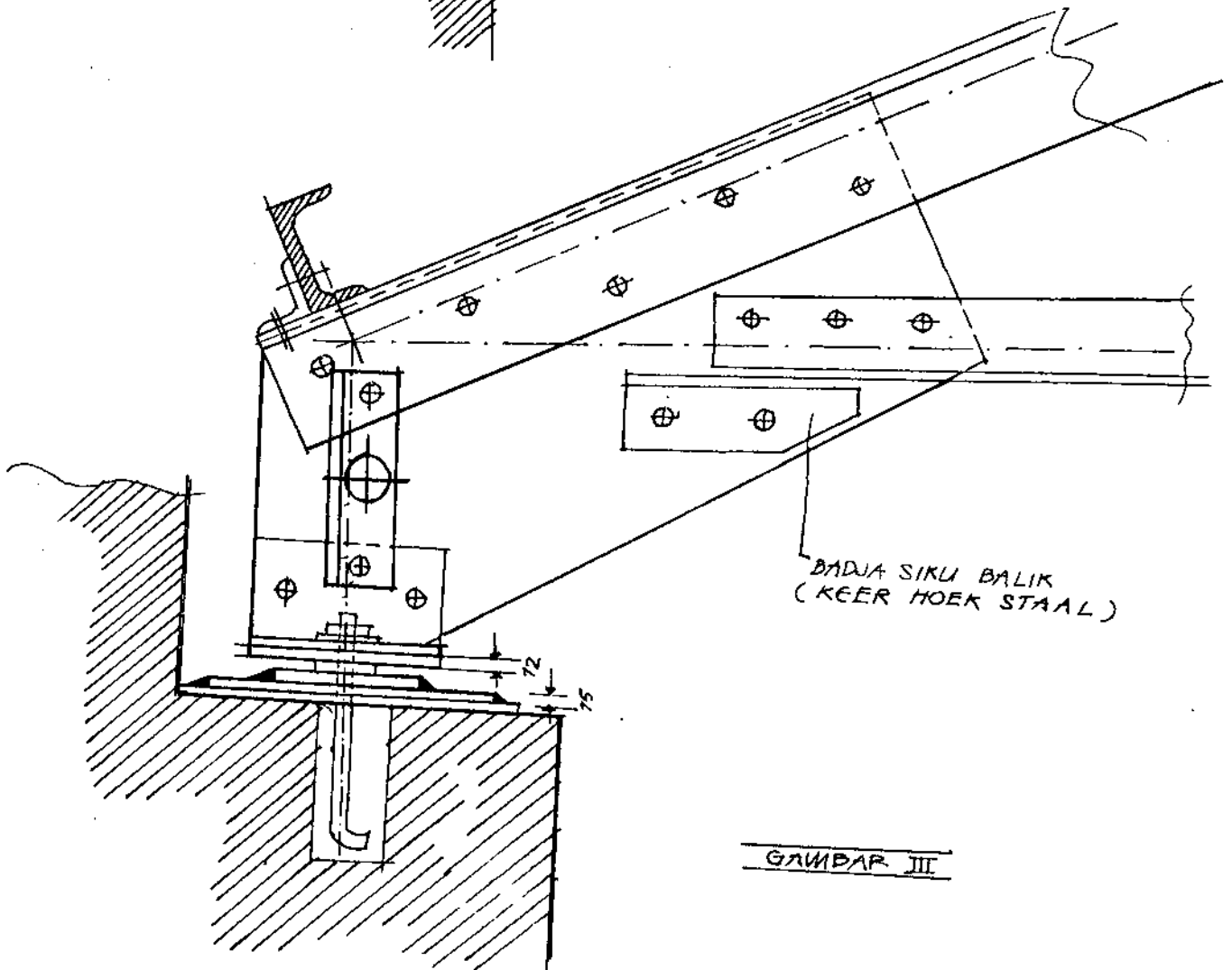
Dalam menentukan titik-2 buhul, usahakan untuk batang tekan sependek mungkin.

Djika ada beberapa batang bertemu dalam satu titik buhul, maka sudut antara batang-2 jang bertemu diusahakan djangan kurang dari 30° .

Hal ini mendjaga djangan sampai pelat buhul mendjadi terlalu besar.



GAMBAR II



GAMBAR III

Gording.

II.1. Perhitungan dan merentjana gording.

Umumnya dipakai profil INP atau kanal ($\square$).

Djika djarak span besar, maka dapat djuga dipakai profil tersusun atau rangka batang.

Djika pemasangan gording seperti tjontoh pada gambar IV, dimana sb. $y \perp$ batang atas dari gading-2 kap, maka beban vertikal akan menimbulkan momen lentur. Djadi harus diperhatikan gaja-2 jang sedjadjar sb. X dan sb. Y. Djika penutup atap dari bahan jang kaku, misalnja penutup atap dari kaju atau kita menggunakan Sparren, maka momen lentur dalam arah sb. Y bisa dihapuskan. Ini tidak berlaku kalau penutup atap tsb. dari bahan jang lembek seperti asbes sement atau seng.

Dalam hal ini kita perhitungkan momen lentur dalam arah X dan Y.

Dapat djuga tidak diperhitungkan, asal kita menggunakan trekstang diantara gording-2-nja seperti terlihat pada gambar IV.

Keberatan konstruksi dengan trekstang ialah :

- mahal
- menambah berat konstruksi

Tjontoh perhitungan :

Penutup atap dari bahan jang lembek.

- Djarak gading-2 kap = 4.00 m

- Djarak gording = 2,34 m

diambil profil INP. 8

$$G = 8,64 \text{ kg/m'}$$

$$I_x = 106$$

$$i_x = 3,10$$

$$W_x = 26,5$$

$$I_y = 19,4$$

$$i_y = 1,33$$

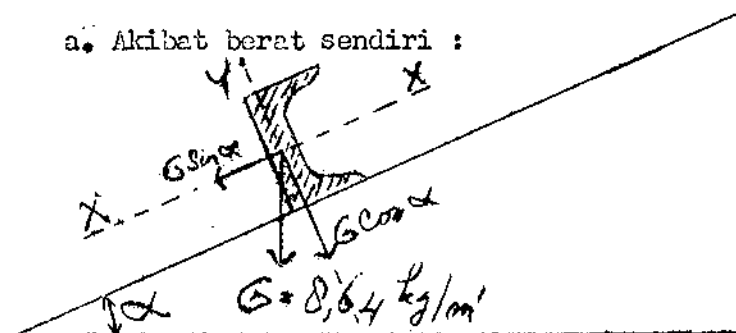
$$W_y = 6,36$$

- α diambil : 20°

$$\sin \alpha = 0,34$$

$$\cos \alpha = 0,939$$

a. Akibat berat sendiri :



$$M_y = \frac{1}{8} G \sin \alpha l^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} G \cos \alpha l^2$$

b. Akibat beban mati (seng dengan $q = 10 \text{ kg/m}^2$)

Luas bidang jang dipikul oleh satu gording ialah :

$$L = 2,34 \times 4 = 9,36 \text{ m}^2$$

$$Q = 9,36 \times 10 = 93,6 \text{ kg.}$$

Berat jang dipikul satu gording per-m :

$$q = 93,6 : 4 \text{ m} = 23,4 \text{ kg/m'}$$

$$M_y = \frac{1}{8} q \sin \alpha l^2$$

$$M_x = \frac{1}{8} q \cos \alpha l^2$$

c. Akibat angin : $Q = 75 \text{ kg/m}^2$

$$W = C Q F$$

$$C = 0,02 \alpha - 0,4 = 0. \quad \text{Tidak ada pengaruhnja.}$$

d. Akibat beban tak terduga $P = 100 \text{ kg}$.

$$M_x = \frac{1}{4} P \sin \alpha_1$$

$$M_y = \frac{1}{4} P \cos \alpha_1$$

Dari a s/d d ditjari M_x

$$\sum M_y$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \sigma = \sigma_x + \sigma_y \text{ atau}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} < \bar{\sigma}$$

Djika σ_x dan σ_y telah memenuhi syarat tsb. diatas, maka gording tjukup kuat.

Djika σ_x dan σ_y ternyata lebih besar dari $\bar{\sigma}$, maka ada dua kemungkinan.

Untuk merubahnja, jaitu :

1. merubah profil dengan jang lebih besar.
2. dengan memberi gantungan/trestang ditengah-2 gording, dengan maksud untuk mengetjilkan bentang gording.

II.2. Nok.

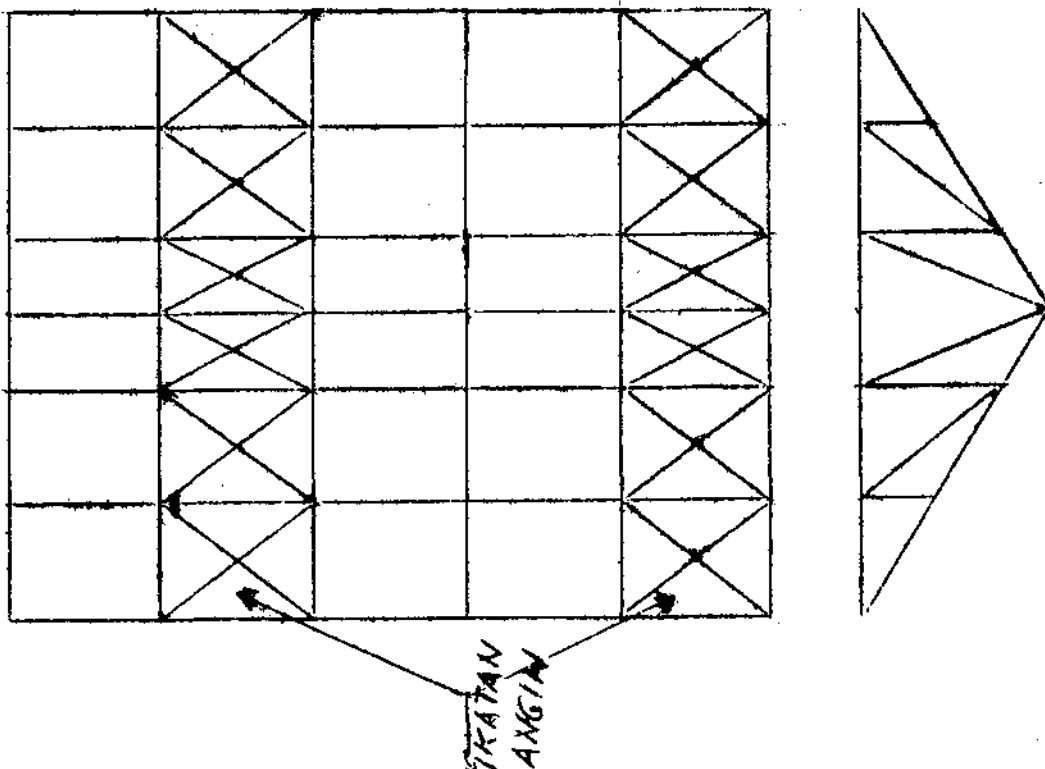
Konstruksi nok dapat dilaksanakan dengan satu gording atau dua gording (lihat gb. V a dan b).

Untuk gb. V a. berlaku bagi konstruksi dgn. profil $\llcorner 80.80.8$ batang-2 atas dari gading-2 kap.

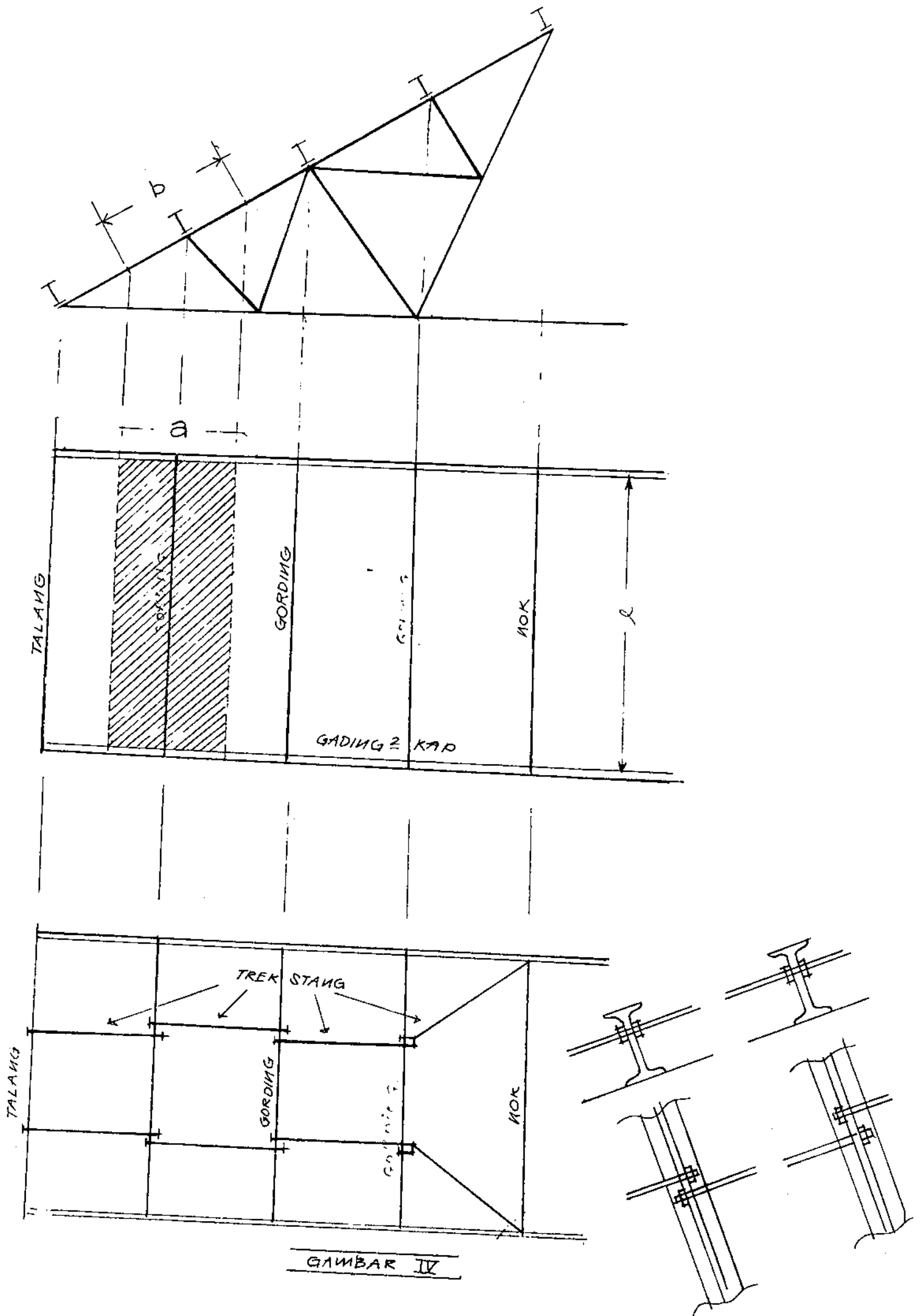
Umumnja pada konstruksi nok, kita memakai pelat pengisi dan bentuknja segi-tiga atau trapesium.

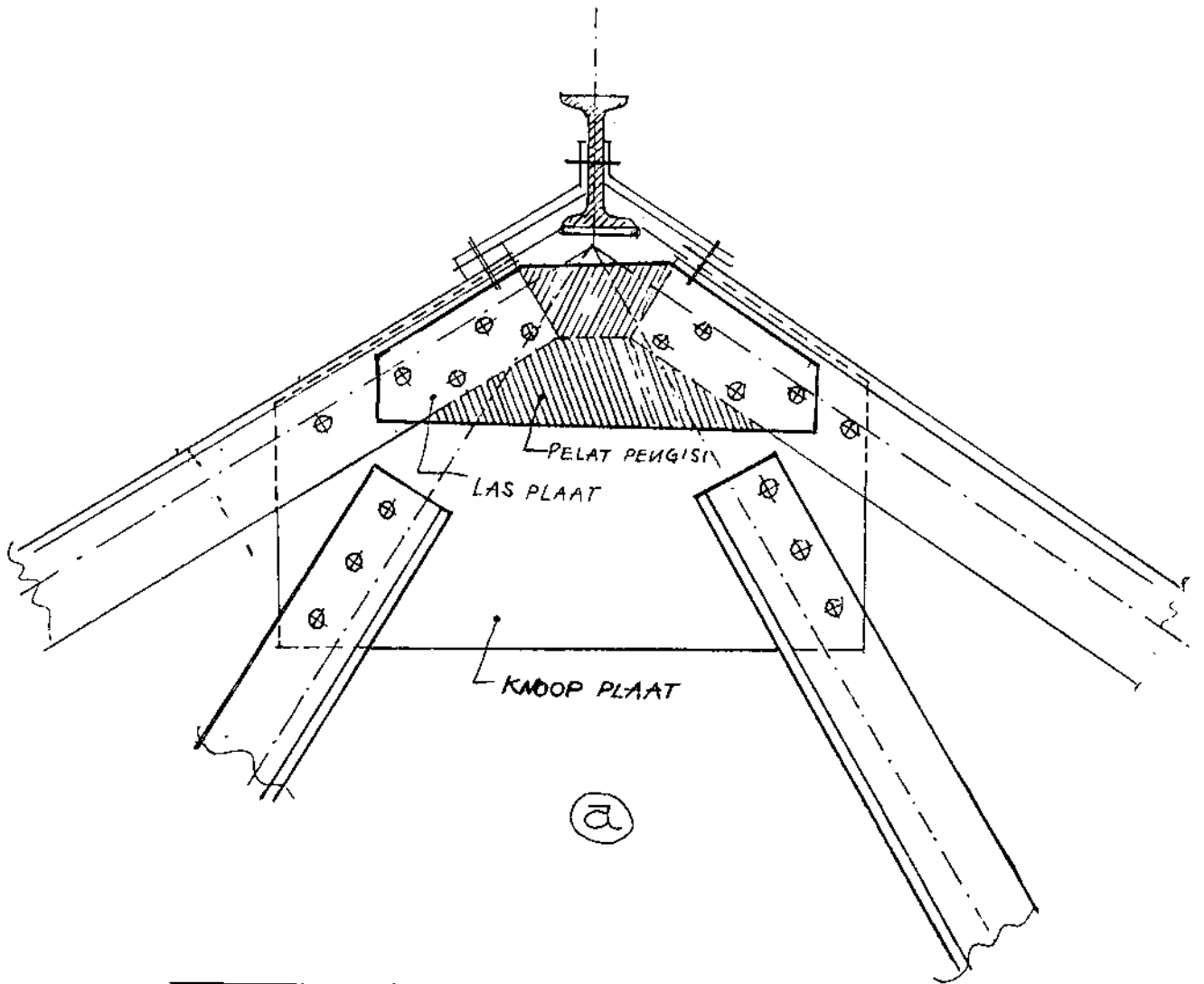
III.3. Ikatan memandjang (ikatan angin).

Guna dari ikatan angin ialah untuk menambah kekakuan dari konstruksi pada arah memandjang untuk bangunan jang tidak terlu pandjang dan pada udjung-2 bangunan djuga merupakan gading-2 kap atau suatu konstruksi dari badja, maka tjukup diberi ikatan angin selang antara dua lapangan (lihat gambar VI).

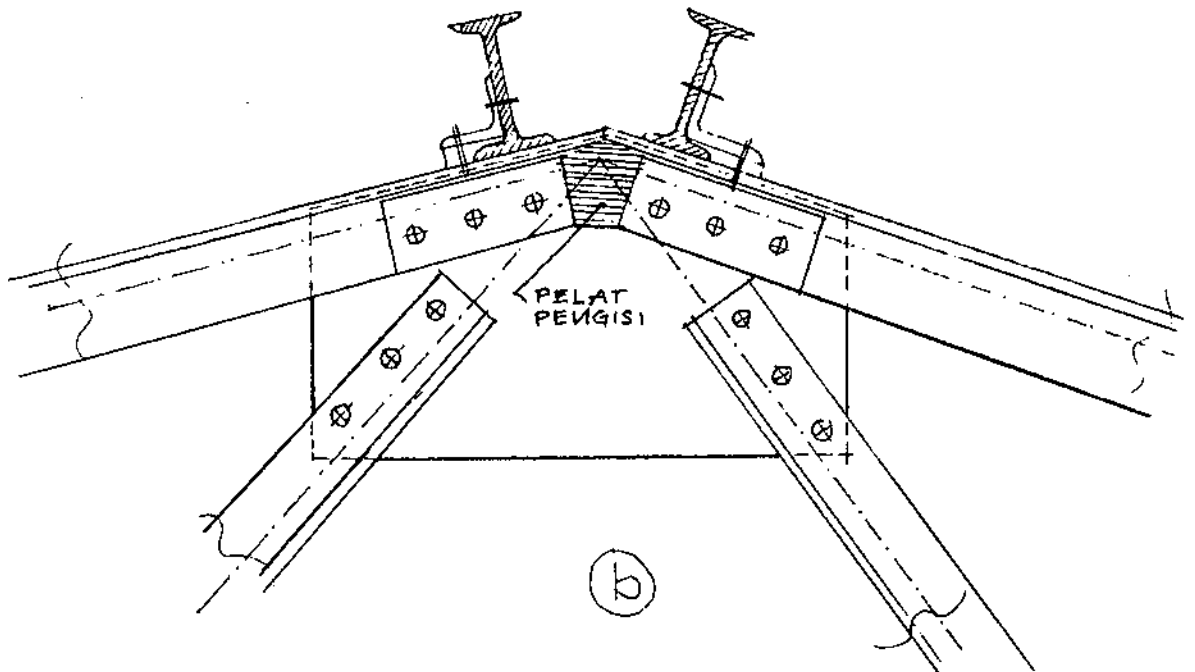


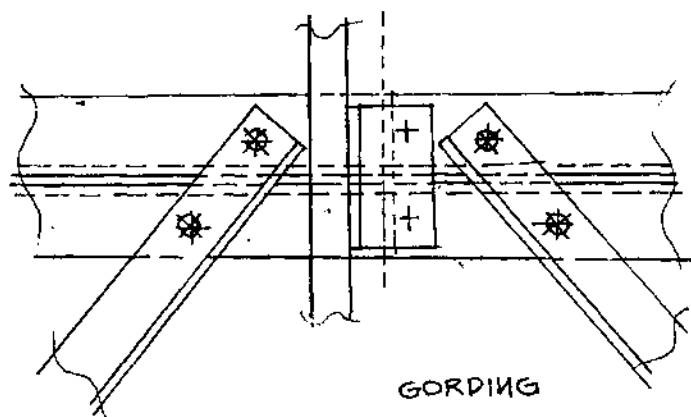
56. VI



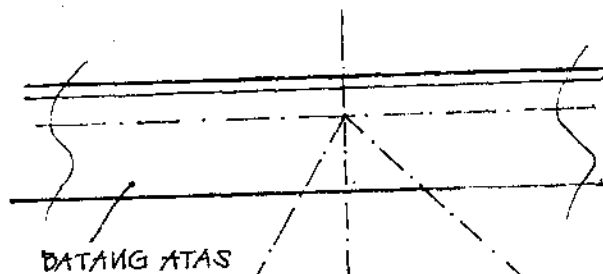


GAMBAR V

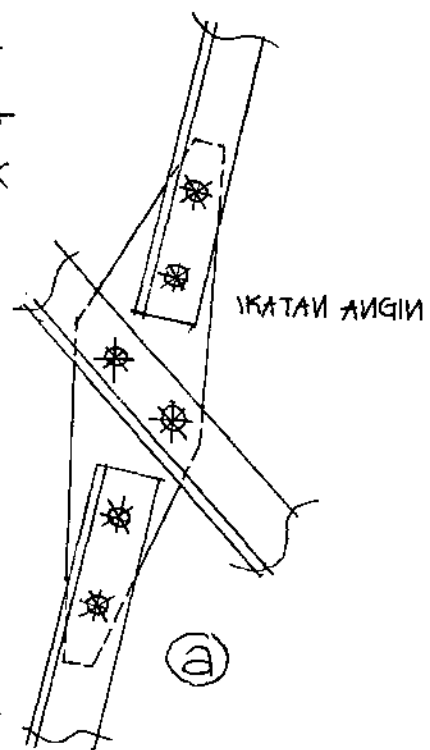




GORDING

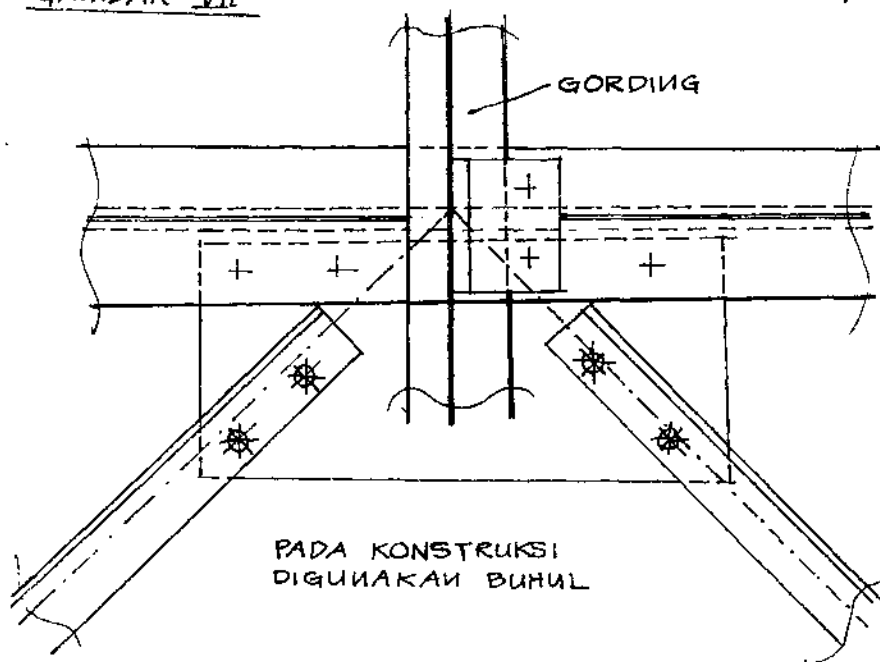


BATANG ATAS



IKATAN ANGIN

GAMBAR VII



GORDING

PADA KONSTRUKSI
DIGUNAKAN BUKUL

b

III. Untuk mendapatkan gaja-2 pada masing-2 batang, kita dapat menggunakan dengan beberapa tjara, jang umum kita pakai ialah :

1. Tjara dengan Cremona
2. Tjara pemotongan 3 batang dari Ritter
3. Tjara grafis dari Culmann
4. Tjara analisis.

Djika gaja-2 dari batang rangka telah didapat, maka kita hitung :

- A. profil dari batang-2.
- B. banjaknja paku keling pada batang-2 ditiap titik buhul (knoop plaat).

A. Menentukan profil-2 batang rangka.

Gaja-2 jang didapat dibagi atas 2 bagian jaitu :

- gaja tekan
- gaja tarik

1. Gaja tekan.

Untuk menentukan profil-2 batang jang menerima gaja tekan, harus diperhatikan :

- tekuk dari batang
- F (luas) profil jang dihitung ialah F brutto
- pemakaian pelat koppel.

Tjontoh perhitungan :

$$P = -3500 \text{ kg}$$

$$l = 2,34 \text{ m} = 234 \text{ cm}$$

dipilih profil : $\text{JL } 55.55.6.$

$$F = 2 \times 6,31 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 2 \times 17,30 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 2 \times 1,66$$

AS - bahan (sb.X)

$$I_x = 2 \times 17,30 = 34,60 \text{ cm}^4$$

AS bebas bahan (sb.Y)

$$I_y = 2 \times 17,30 + a^2 \times 2 \times F$$

$$a = s + \frac{1}{2} \delta$$

$$= 1,56 + 0,5 = 2,06$$

$$I_y = 2 \times 17,30 + (2,06)^2 \times 2 \times 6,31$$

$$= 34,60 + 51 = 85,60 \text{ cm}^4$$

$$\text{Djadi } I_y > I_x \rightarrow I_x = I_{\min.}$$

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}} = \sqrt{\frac{34,6}{12,62}} = 1,66$$

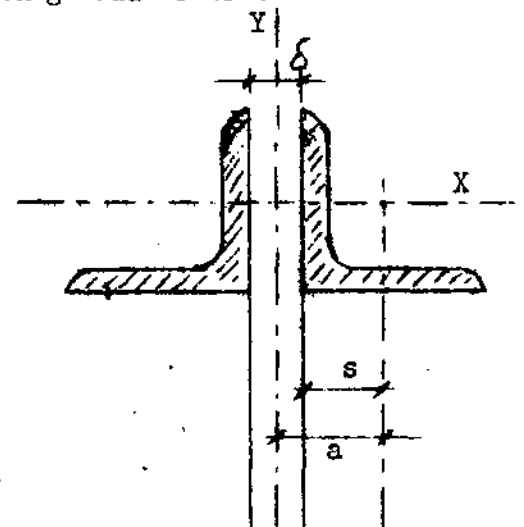
$$\lambda = \frac{lk}{i_{\min}} = \frac{234}{1,66} = 141 \rightarrow \omega = 4,9$$

$$\sigma_k = \frac{\sigma}{\omega} = \frac{1400}{4,9} = 286 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_k = F \cdot \sigma_k$$

$$= 12,62 \times 286 = 3600 \text{ kg} > \bar{P}$$

Djadi $P_k > \bar{P} \rightarrow$ profil tjukup kuat.



- Tjara lain

- Tjara lain perhitungan batang tekuk.

$$P = 6150 \text{ kg}$$

$$l_k = 1,92 \text{ m}$$

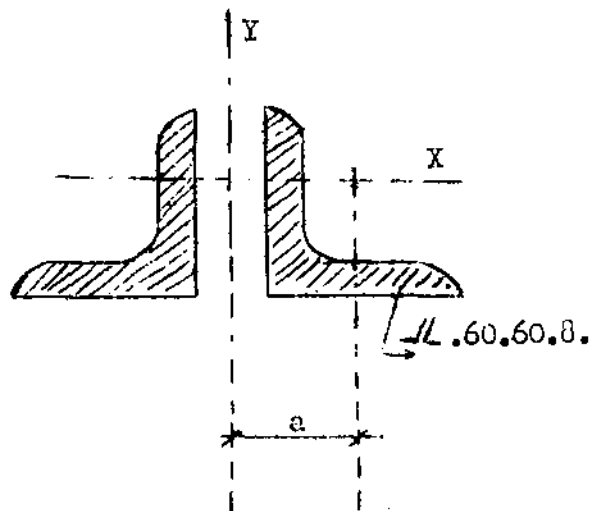
$$\bar{\sigma} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$I = 60.60.8$$

$$F_1 = 9,03 \text{ cm}^2$$

$$I_x = I_y = 29,1 \text{ cm}^4$$

$$i_x = i_y = 1,8$$



Sumbu bahan (sb.X)

$$\lambda_x = \frac{l_k}{i_x} = \frac{192}{1,8} = 106,7 \rightarrow \omega = 2,695$$

$$\sigma_k = \frac{1200}{2,695} = 444 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{jang ada}} = \frac{P}{F_{\text{total}}} = \frac{6150}{18,06} = 341 \text{ kg/cm}^2 < 444 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{atau: } \lambda_x = 107$$

$$\omega_x = 0,37$$

$$\sigma_{\text{dax}} = 0,37 \times 1200 = 444 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_k = 18,06 \times 444 = 8018,64 \text{ kg} > 6150 \text{ kg.}$$

Djadi profil tjukup kuat.

Sumbu bebas bahan (sb.Y)

$$I_y = 2 (29,1 + 9,03 \times 2 \cdot 17^2) = 143,26 \text{ cm}^4$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F_{\text{total}}}} = \sqrt{\frac{143,26}{18,06}} = 2,8$$

$$\lambda_y = \frac{l_k}{i_y} = \frac{129}{2,8} = 68,6$$

$$\omega_y = 1,47 \quad \bar{\sigma}_k = \frac{1200}{1,47} = 815 \text{ kg/cm}^2$$

$P_1 = \frac{140}{280 - \lambda} \cdot P$	$P_1 = P \quad \text{satu profil badja siku.}$
$= \frac{140}{280 - 68,6} \times 6150 = 4081 \text{ kg.}$	

$$\sigma_{\text{jang ada}} = \frac{P_1}{F_1} = \frac{4081}{9,03} = 452 \text{ kg/cm}^2 < 815 \text{ kg/cm}^2$$

Profil tjukup kuat.

Dalam perhitungan tekuk, diperhitungkan djuga mengenai pelat koppel (pelat koppel selau dalam djumlah jang genap).
Sebagai tjontoh kita ambil perhitungan diatas :

$$I_y = 143,26$$

$$i_{y\text{fiktif}} = \sqrt{\frac{0,9 I_y}{F_{\text{total}}}} = \sqrt{\frac{0,9 \times 143,26}{18,06}} = 2,66$$

$$i_{y\text{fiktif}} = \frac{l_k}{i_{y\text{fiktif}}} = \frac{192}{2,66} = 72 \quad \omega_{y\text{fiktif}} = 0,654.$$

$$\omega_{yf} \times \omega_{yi} \geq \omega_x$$

$$0,654 \times \omega_{yi} \geq 0,37$$

$$\omega_{yi} \geq \frac{0,37}{0,654} = 0,577$$

$$\lambda_{yi} \leq 81 \quad (\text{tabel}).$$

$$l_{k1} \leq 81 \cdot i_{\min} = 81 \times 1,8 = 145,8 \text{ cm}$$

$$\text{Kita ambil } l'_k = \frac{1}{3} l_k = \frac{1}{3} \times 192 \text{ cm} = 64 \text{ cm} < 145,8 \text{ cm.}$$

Kontrol : $\lambda_{y1} = \frac{l'_k}{i_{\min}} = \frac{64}{1,8} = 35,6 \quad \alpha_{y1} = 0,955$

$$\bar{P} = \alpha_{y1} \times \alpha_{yf} \times F_{\text{total}} \times \bar{\sigma}_d$$

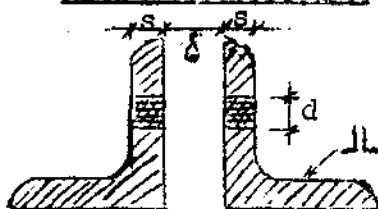
$$= 0,955 \times 0,654 \times 18,06 \times 1200 = 13545 \text{ kg} > 6150 \text{ kg.}$$

Dengan 2 pelat koppel profil tjukup kuat

2. Gaja tarik.

Dalam hal ini yang diperlukan ialah F_{netto}

Tjontoh perhitungan :



Kita pilih profil 45.45.5.

$$F_{\text{brutto}} = 8,6 \text{ cm}^2 \text{ (dua L).}$$

$$\phi_{\text{paku keling}} = 13,5 \text{ mm (}\phi \text{ lubang).}$$

$$P = + 5775 \text{ kg.}$$

$$F_{\text{brutto}} = 8,6 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{netto}} = F_{\text{brutto}} - \Delta F$$

$$\Delta F = 2 \cdot d \cdot s = 2 \times 1,35 \times 0,5 = 1,35 \text{ cm}^2$$

$$F_{\text{netto}} = 8,6 - 1,35 = 7,25 \text{ cm}^2$$

$$\bar{\sigma} = \frac{P}{F} = \frac{5775}{7,25} = 800 \text{ kg/cm}^2 < 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Profil tjukup kuat)}$$

A. Perhitungan djumlah paku keling pada tiap-2 batang.

- Dalam perhitungan ini harus diperhatikan :

- | | |
|----------------------------|---|
| a. paku keling | • diameter lubang yang diperhitungkan (ϕ paku keling + 1 mm). |
| b. baut pas/hitam | • diameter batang baut yang diperhitungkan. |
| c. perhitungan berdasarkan | : geser dan tumpuan. |

RUMUS :

$$\left. \begin{aligned} N_{gs} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \bar{\sigma} \\ N_{tp} &= d \cdot s \cdot \bar{\sigma}_{tp} \end{aligned} \right\} \text{potongan tunggal}$$

$$\left. \begin{aligned} N_{gs} &= 2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 \bar{\sigma} \\ N_{tp} &= d \cdot s \cdot \bar{\sigma}_{tp} \end{aligned} \right\} \text{potongan doubbel}$$

Untuk menentukan djumlah paku keling/baut, maka kita mengambil nilai yang terketjil antara N_{geser} dan N_{tumpuan} .

Djadi djumlah paku tiap batang :

$$n = \frac{P}{N}$$

P = gaja batang
 N = N_{geser} atau N_{tumpuan} (diambil yang terketjil).
 n = djumlah paku

IV. Kolom.

Umumnja kolom dipilih dari :

- profil D.I.W.
- profil Kanal [NP (dobbel)]
- profil tersusun.

Untuk menentukan profil dari suatu kolom, maka profil tsb. harus dikontrol :

1. tekuk dari kolom
2. lenturan
3. pemasangan pelat koppel.

Beban-2 untuk kolom ialah :

- berat sendiri gading-2 kap
- reaksi akibat angin
- tekanan angin pada dinding (lentur)

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M}{W} \leq \bar{\sigma}$$

Djika kolom dari beton, maka perhitungan berdasarkan konstruksi Beton.

V. Fundasi.

Perhitungan terakhir ialah fundasi. Konstruksi fundasi ini dalam hubungannya dengan kolom dapat berupa :

- djepit
- sendi

Selanjutnja lihat konstruksi Beton.

Tambahan :

Djika dinding dari bangunan bukan dari batu merah, melainkan dari seng, maka diantara kolom-2 tsb. dipasang scnoor/trekstang, jaitu sebagai pengaku.
