

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester II  
Sidang Akademik 2001/2002

FEBRUARI / MAC 2002

**EAS 553/4 – Rekabentuk Struktur Lanjutan**

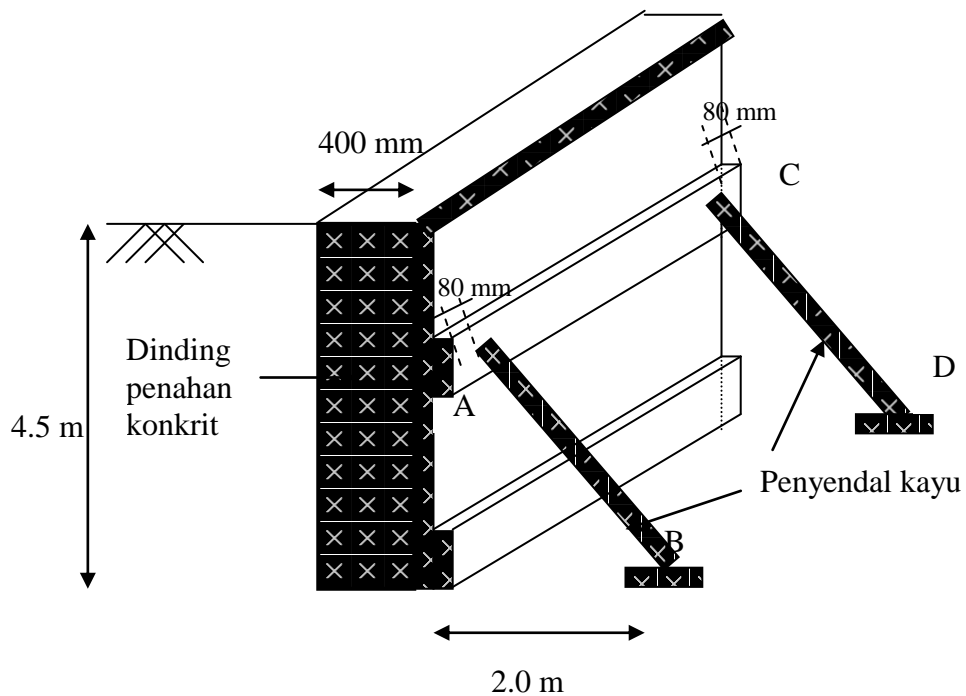
**Masa : 3 jam**

---

**Arahan :-**

1. Sila pastikan kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA PULUH EMPAT** (24) muka surat bercetak termasuk lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas ini mengandungi **TUJUH** (7) soalan. Jawab **LIMA** (5) soalan sahaja. Markah hanya akan dikira bagi **LIMA** (5) jawapan **PERTAMA** yang dimasukkan di dalam buku mengikut susunan dan bukannya **LIMA** (5) jawapan terbaik.
3. Semua soalan mempunyai markah yang sama.
4. Semua jawapan **MESTILAH** dimulakan pada muka surat yang baru.
5. Semua soalan **MESTILAH** dijawab dalam Bahasa Malaysia.
6. Tuliskan nombor soalan yang dijawab di luar kulit buku jawapan anda.

1. (a) Berikan definisi acuan (formwork) dan penyokong acuan (falsework) (4 markah)
- (b) Rajah 1 menunjukkan satu dinding penahan konkrit yang berukuran 4.5 m tinggi dan 400 mm tebal disokong oleh penyendal kayu AB, yang diletakkan pada jarak 5.0 m pusat ke pusat. Diberi konkrit jenis OPC dengan 30 % gantian PFA, Suhu semasa pengkonkritan ialah 20° C, Lebar dinding = 5.0 m dan kadar curahan konkrit = 3m<sup>3</sup>/hr. Data rekabentuk seperti di Lampiran A.
- i. Berapakah tekanan konkrit terhadap acuan? (3 markah)
  - ii. Berapakah nilai daya dalam penyendal kayu AC (dalam unit kN/m) dan daya AB (unit kN)? (3 markah)
  - iii. Sekiranya kayu pejal kumpulan A, standard, digunakan untuk merekabentuk anggota lenturan AC bergred lembab dan menanggung beban jangka pendek, berapakah saiz minima dan saiz namaan AC? (8 markah)
  - iv. Jelaskan samada anggota AB dan CD mempunyai faktor kongsi beban? (2 markah)



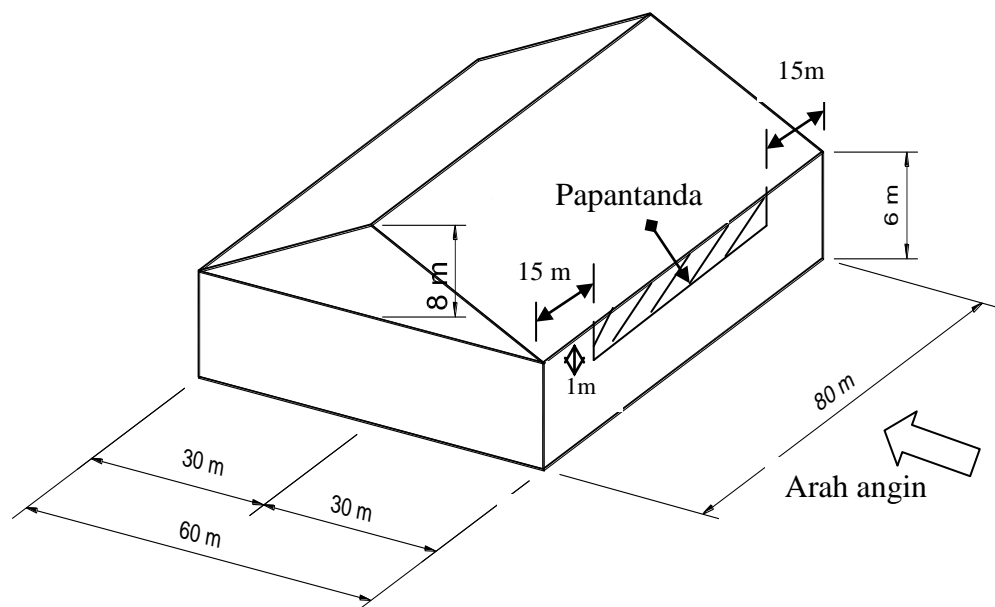
Rajah 1

- 2 (a) Satu bangunan industri seperti dalam Rajah 2 yang terletak di Ipoh ( $33.5\text{m/s}^2$ ) dengan kategori terain 3 dibina untuk kilang perabut. Sebelum direkabentuk menggunakan bahan keluli, tekanan angin (*wind pressure*) maksima perlu diperolehi untuk bangunan tersebut. Kira nilai tekanan angin di tengah-tengah permukaan arah angin W (*windward*), L (*leeward*), S (*sidewall*) dan Upwind (U) dan downwind (D). Seterusnya lakarkan nilai tekanan angin bersih yang maksima untuk setiap permukaan.
- 2 (b) Bangunan industri diatas juga perlu dilengkapi dengan papan tanda (*signboard*) berukuran  $45\text{m} \times 1\text{m}$  di permukaan W (*windward*) seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Anggap papantanda sebagai elemen *cladding*, kira nilai tekanan maksima yang dialami oleh papan tanda tersebut.

(15 markah)

(5 markah)

Data rekabentuk seperti di Lampiran B.

**Rajah 2**

3. Satu tangki silinder terbuka seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3 untuk menyimpan air sisa terawat akan dibina dengan garispusat dalaman 33.5 m dan dalam maksima cecair 9.5 m. Tebal dinding tangki adalah seragam. Air sisa boleh difikirkan sebagai air untuk tujuan pertimbangan beban rekabentuk. Dinding tangki dianggap bersambung secara selanjar dengan dasar tangki dan mempunyai bahagian atas yang bebas.

Bahan :

$$f_{cu}=35 \text{ N/mm}^2, f_{ct}=1.5 \text{ N/mm}^2, E_c= \text{ kN/mm}^2$$

$$f_y= 460 \text{ N/mm}^2, f_s=130 \text{ N/mm}^2, E_s=200 \text{ kN/mm}^2$$

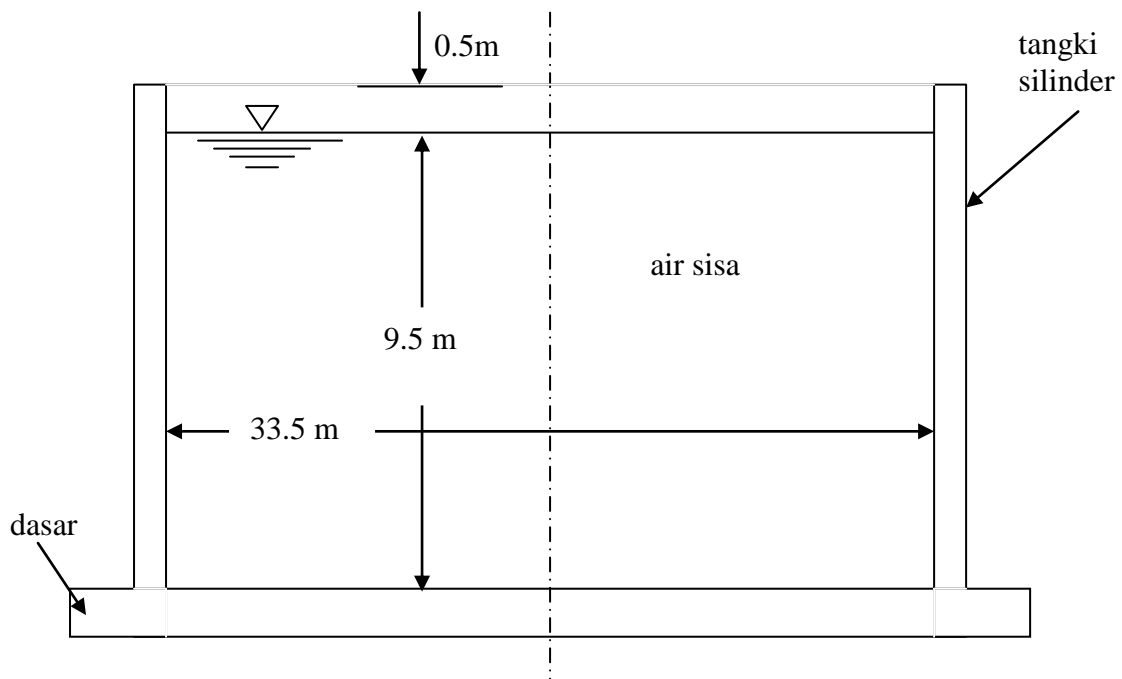
Berat sendiri :

$$\gamma_{\text{konkrit}}=24 \text{ kN/m}^3; \gamma_{\text{air}}= 9.81 \text{ kN/m}^3$$

Formula untuk paduan tegasan membran:

$$N_x= - \int p_x + C ; N_\theta= p_r .a$$

- (a) Anggarkan tebal dinding yang diperlukan. (8 markah)
- (b) Rekabentukkan tetulang menegak dan gegelang yang diperlukan. Saiz tetulang seperti di Lampiran C. (12 marks)



### Rajah 3

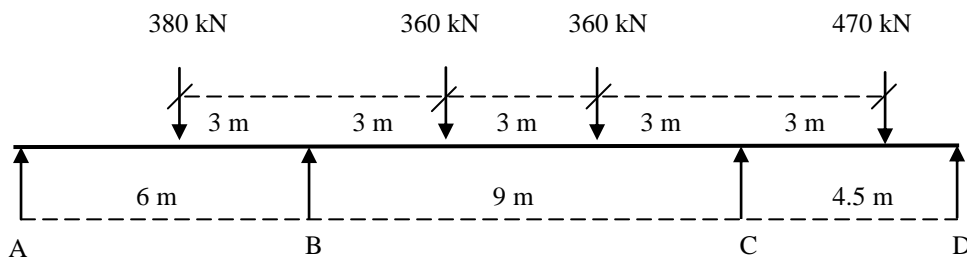
...5/-

- 5 -

[EAS 553/4]

4. (a) Lukiskan gambar rajah yang menunjukkan perbezaan kelakuan rasuk keluli yang disokong mudah dan selanjur yang dibebani dalam keadaan kenyal, kenyal-plastik dan plastik. Anda juga dikehendaki menjelaskan dengan ringkas hubungan antara beban yang dikenakan terhadap pesongan di pertengahan rentang untuk kedua-dua rasuk tersebut. (5 markah)
- (b) Nyatakan **EMPAT (4)** anggapan yang perlu dilakukan dalam rekabentuk plastik apabila terbentuknya engsel plastik pada anggota keluli. (5 markah)
- (c) Rajah 4 menunjukkan sebuah rasuk selanjur yang mempunyai tiga rentang tidak sama dikenakan beban tumpu di setiap rentang. Anda dikehendaki merekabentuk keratan rasuk keluli (Lampiran D) tersebut berdasarkan:-
- Keratan seragam
  - Keratan tidak seragam

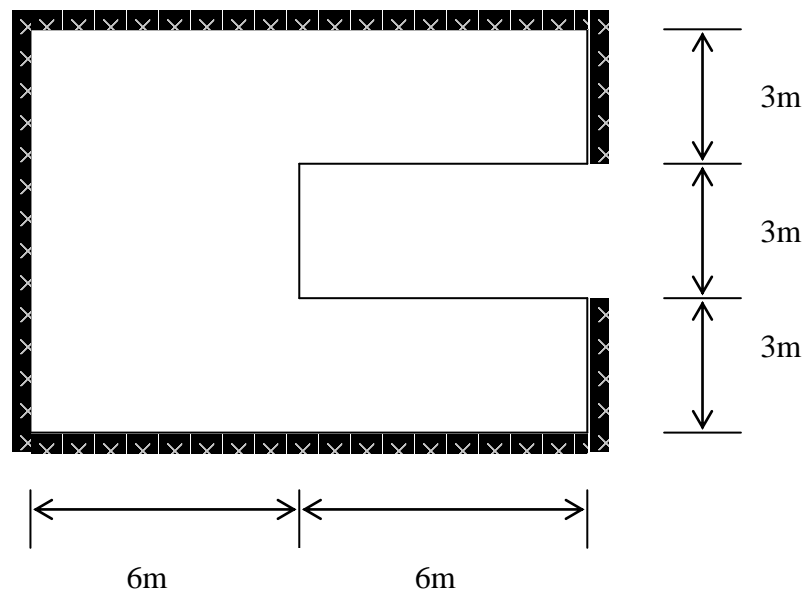
(10 markah)



### Rajah 4

5. Rajah seperti di Lampiran E menunjukkan jadual keratan piawai bagi rasuk T-terbalik PCA. Sebuah rasuk prategasan hendak direkabentuk untuk menanggung beban hidup 25 kN/m di atas rentang mudah 10 m.
- (a) Pilih satu keratan yang sesuai daripada jadual. Tentukan bilangan lembar yang diperlukan. Dapatkan julat bagi kesipian e. (10 markah)
- (b) Plotkan zon kabel yang dibenarkan jika profil kabel berubah digunakan dengan bilangan lembar yang sama. Lakarkan susunan lembar yang sesuai bagi profil ini.

6. Rajah 5 menunjukkan sebuah lantai yang menanggung beban rekabentuk sebesar  $20 \text{ kN/m}^2$ . Dengan menggunakan Kaedah Jalur Hillerborg, kira momen lentur di bahagian yang anda fikirkan kritikal dan seterusnya kira daya tindakbalas di sepanjang topang lantai tersebut.

**Rajah 5**

(20 marks)

7. Sebuah hotel bertaraf antarabangsa 65 tingkat dengan ketinggian 250m, dengan ketinggian tipikal bagi setiap aras ialah 3.5, telah dicadangkan untuk dibina di Parit Buntar, Perak. Luas perimeter bangunan ialah  $75\text{m} \times 15\text{m}$ . Jarak tiang antara satu dengan yang lain ialah 10.5m pada arah memanjang manakala jarak pada arah melintang ialah 5m.

Anda telah diminta oleh pihak arkitek untuk mencadangkan system struktur yang bersesuaian dengan mengambil kira perkara-perkara berikut:

- (i) Penggunaan ruang yang optimum
- (ii) Bilik-bilik hotel di sepanjang kedua-dua sisi bangunan
- (iii) Setiap bilik disediakan tingkap
- (iv) Lif di bahagian tengah dan di kedua-dua hujung bangunan

Bincangkan kebaikan sistem struktur yang anda pilih.

(20 markah)

**LAMPIRAN A**

Jadual 1.6 : Tegangan dan modulus keanjalan lembap\* untuk kumpulan kekuatan ( N/mm<sup>2</sup>) (MS 544 – Table 3.4)

Kumpulan	Gred	Lentur	Tegangan selari dengan ira	Mampatan selari dengan ira	Mampatan seranjang dengan ira	Ricih selari dengan ira	Modulus keanjalan	
							Purata	Minimum
A	Asas	20.70	-	17.20	1.72	2.75	13 790	8 620
	Select	16.50	9.90	13.80	1.45	1.93		
	Standard	12.75	7.65	10.70	1.38	1.52		
	Common	10.30	6.18	8.60	1.24	1.24		
B	Asas	17.20	-	13.80	1.03	2.07	11 030	6 205
	Select	13.80	8.28	11.00	0.87	1.45		
	Standard	10.34	6.20	8.60	0.83	1.10		
	Common	8.60	5.16	6.90	0.76	0.90		
C	Asas	12.40	-	9.65	0.69	1.38	8 960	5 170
	Select	9.93	5.96	7.58	0.59	0.96		
	Standard	7.58	4.55	5.86	0.55	0.76		
	Common	6.20	3.72	4.83	0.52	0.62		
D	Asas	7.58	-	6.55	0.41	1.38	5 720	2 965
	Select	5.86	3.52	5.17	0.34	0.97		
	Standard	4.48	2.69	3.79	0.31	0.76		
	Common	3.79	2.27	3.24	0.28	0.62		


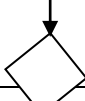
Nota : \* Kayu yang mempunyai kandungan lembapan lebih daripada 19%  
Tegangan selari dengan ira = 0.6 x nilai tegangan lentur. Ini merupakan pindaan daripada MS 544 yang dibuat oleh penulis ( bukan oleh SIRIM) berasaskan BS 5268: Part 2: 1984

**Data rekabentuk anggota lenturan :**

Sistem yang mempunyai dua atau tiga anggota yang menanggung beban bersama-sama, nilai modulus keanjalan ialah  $E_N = E_p - \frac{E_p - E_m}{\sqrt{N}}$

Panjang Galas(mm)	10	15	25	40	50	75	100	≥150
Nilai K <sub>2</sub>	1.74	1.67	1.53	1.33	1.20	1.14	1.10	1.00

<b>Rasuk ditakik dibahagian bawah</b>	$K_{3.1} = \frac{D_e}{D}$
<b>Rasuk ditakik dibahagian atas</b>	$K_{3.2} = \frac{D}{D_e} - \left( \frac{D - D_e}{D_e^2} \right) e \text{ untuk } e < D$ $K_{3.2} = 1.0 \text{ untuk } e \geq D$ <p><math>\frac{D_e}{D}</math> tidak kurang daripada 0.6</p>

$K_4 = 1.18$		$K_4 = 1.41$	
--------------	---	--------------	---

--	--

Ukur dalam rasuk,  $K_5 = 0.81 \frac{D^2 + 92300}{D^2 + 56800}$  untuk  $D > 300mm$

**LAMPIRAN A**

**Kestabilan sisi, Jadual 2.4: Nisbah ukur dalam kepada lebar (anggota pejal)**

Darjah sokongan sisi	Nisbah maksimum ukur dalam lebar
Tiada sokongan sisi.	2
Hujung-hujung dipegang pada kedudukannya.	3
Hujung-hujung dipegang pada kedudukannya dan anggota dipegang dalam barisan, seperti oleh gulung-gulung atau batang pengikat.	4
Hujung-hujung dipegang pada kedudukannya dan bahagian mampatan dipegang dalam barisan, seperti secara sambungan langsung dengan papan lantai, geladak atau gelegar.	5
Hujung-hujung dipegang pada kedudukannya dan bahagian mampatan dipegang dalam barisan, seperti secara sambungan langsung dengan papan lantai, geladak atau gelegar, beserta dengan rembatan yang cukup pada jarak luang tidak melebihi 6 kali u dalamnya.	6
Hujung-hujung dipegang pada kedudukannya dan kedua-dua bahagian atas dan bawah anggota dipegang teguh dalam barisan.	7

Tegasan lentur,  $f_s \leq f_p$  iaitu  $f_s = M/Z$  dan  $f_p = f_g \times K_1 \times K_{kb} \times K_4 \times K_5$

Tegasan ricih,  $q_s \leq q_p$  iaitu  $q_s = 1.5 V/A$  dan  $q_p = q_g \times K_1 \times K_{kb} \times K_3$

Pesongan,  $\Delta_s < \Delta_p$  iaitu  $\Delta_s = 5wL^4/384EI + FM_o/GA$  dan  $\Delta_p = 0.003L$

Tegasan galas,  $C_{ts} \leq C_{tp}$  iaitu  $C_{ts} = R/A_a$  dan  $C_{tp} = C_{tg} \times K_1 \times K_{kb} \times K_2$

**Data rekabentuk anggota mampatan :**

$E$  minimum perlu digunakan untuk anggota mampatan.

$C_{sg}$  ialah mampatan selari dengan ira

Nisbah kelangsingan =  $\frac{Le}{r}$  iaitu  $r = \sqrt{\frac{I}{A}}$

Anggapan  $L_{ex} = L_{ey} = 1.0 L_{AB}$



$$\text{Tegasan izin} = C_{sg} \times K_6 \times K_{kb}$$

$$\text{Beban izin} = \text{Tegasan izin} \times \text{luas keratan}$$

- 9 -

[EAS 553/4]

## LAMPIRAN B

### APPENDIX A (normative)

#### SIMPLIFIED PROCEDURE

##### A1. Limitations

The simplified procedure of analysis shall be applied to the design of cladding and main structural system of building structures, which meet all of the following criteria:

- a) the buildings are rectangular in plan, or a combination of rectangular units;
- b) the average roof height of a structure,  $h$ , is not greater than 15.0m.
- c) the ratio of the average roof height to the least horizontal dimension does not exceed 3.
- d) the location of structure is not at unusually exposed locations such as hill-crest or at headland; and
- e) the following types of building is considered in this section:
  - i) buildings and structures where the primary occupancy is one in which more than 300 people congregate in one area.
  - ii) essential buildings and structures
  - iii) hospital and medical facilities
  - iv) fire and police stations
  - v) structures and equipment in civil defense
  - vi) communication centres and facilities for emergency response
  - vii) power stations and other emergency utilities
  - viii) defense shelter.

##### A2. Procedures

**A2.1** The design wind pressures,  $p$  in Pa, shall be taken as

- a)  $p = 0.613 (V_s)^2 (M_{z,cat})^2 (C_{pe} K_1 - C_{pi})$  for cladding,
- b)  $p = 0.613 (V_s)^2 (M_{z,cat})^2 (C_{pe} - C_{pi})$  for structural system,

where :

$V_s$  33.5 m/s and 32.5 m/s for Zone I and Zone II respectively (see Figure A1)

$(M_{z,cat})$  terrain/height multiplier as given in Table A2

$C_{pe}$  external pressure coefficients for surfaces of enclosed building as given in Section A2.3 and A2.4

$C_{pi}$  internal pressure coefficients for surfaces of enclosed buildings which shall be taken as +0.6 or -0.3. The two cases shall be considered to determine the critical load requirements for the appropriate condition.

$K_1$  Local pressure factor as given in Table A8 and Figure A2

## LAMPIRAN B

**A2.2** The design wind pressure used in the design of cladding and main structural system shall not be less than  $0.65 \text{ kN/m}^2$ .

**Table A2. Terrain height multiplier,  $M_{z,cat}$**

Height, z (m)	$M_{z,cat}$			
	Terrain Category 1	Terrain Category 2	Terrain Category 3	Terrain Category 4
≤3	0.99	0.85	0.75	0.75
5	1.05	0.91	0.75	0.75
10	1.12	1.00	0.83	0.75
15	1.16	1.05	0.89	0.75

NOTE. Terrain Category Definition

- Category 1 : Exposed open terrain with few or no obstructions.
- Category 2 : Water surfaces, open terrain, grassland with few well scattered obstructions having height generally from 1.5m to 10.0m.
- Category 3 : Terrain with numerous closely spaced obstructions 3.0m to 5.0m high such as areas of suburban housing.
- Category 4 : Terrain with numerous large, high (10.0m to 30.0m high) and closely spaced obstructions such as large city centres and well-developed industrial complexes.

**A2.3** The external pressure coefficients,  $C_{p,e}$ , for windward wall shall be taken as 0.8.  $C_{p,e}$  for leeward and side wall shall be as per Table A3 and A4 respectively.

**Table A3. External pressure coefficients  $C_{p,e}$ , for leeward wall**

$\alpha^*$	$d/b^*$	$C_{p,e}$
≤10°	≤1	-0.5
	2	-0.3
	≥4	-0.2
15°	All values	-0.3
20°		-0.4
≥25°		-0.5

\* For intermediate values of  $d/b$  and  $\alpha$ , use linear interpolation.

**Table A4. External pressure coefficients  $C_{p,e}$  for side walls**

Horizontal distance from windward edge	$C_{p,e}$
0 to 2h >2h	-0.65 -0.30

**LAMPIRAN B**

**A2.4** The external pressure coefficients,  $C_{p,e}$ , for roofs shall be as per Table A5, A6 and A7.

**Table A5. For up-wind slope, u and down-wind slope, d for  $\alpha < 10^\circ$  and R for gable roofs**

Roof type and slope		Horizontal distance from windward edge	External pressure coefficient, $C_{p,e}$	
Cross wind slopes for gable roofs, R	Up-wind slopes, U, Down-wind slope, D		$h/d \leq 0.5^{**}$	$h/d \geq 1.0^{**}$
All $\alpha$	$\alpha < 10^\circ$	0 to 1h 1h to 2h > 2h	-0.9, -0.4 -0.5, 0 -0.3, 0.2	-1.3, -0.6 (-0.7)*, (-0.3)*

**Table A6. Up-wind slope, U,  $\alpha \geq 10^\circ$**

Roof type And slope	Ratio $h/d$	External pressure coefficients, $C_{p,e}$						
		Roof pitch, $\alpha$ degrees *						
Up-wind Slope, U		10	15	20	25	30	35	$\geq 45$
$\alpha \geq 10^\circ$	$\leq 0.25$	-0.7, -0.3	-0.5, -0.0	-0.3, -0.2	-0.2, -0.3	-0.2, -0.4	-0.0, 0.5	0, $0.8\sin\alpha$
	0.5	-0.9, -0.4	-0.7, -0.3	-0.4, -0.0	-0.3, -0.2	-0.2, -0.3	-0.2, 0.4	
	$\geq 1.0$	-1.3, -0.6	-1.0, -0.5	-0.7, -0.3	-0.5, -0.0	-0.3, -0.2	-0.2, 0.3	

**Table A7. Down-wind slope, D,  $\alpha \geq 10^\circ$  and R for hip roofs**

Roof type and slope		Ratio $h/d^*$	External pressure coefficient, $C_{p,e}$		
Cross-wind slopes for hip roof, R	Down-wind slopes, D		Roof pitch, $\alpha$ degrees*		
			10	15	$\geq 20$
All $\alpha$	$\alpha \geq 10^\circ$	$\leq 0.25$	-0.3	-0.5	-0.6
		0.5	-0.5	-0.5	-0.6

		$\geq 1.0$	-0.7	-0.6	-0.6
* Interpolation shall only be carried out on values of the same sign.					
* For intermediate values of roof slopes and $h/d$ ratios, use linear interpolation					

**LAMPIRAN B**

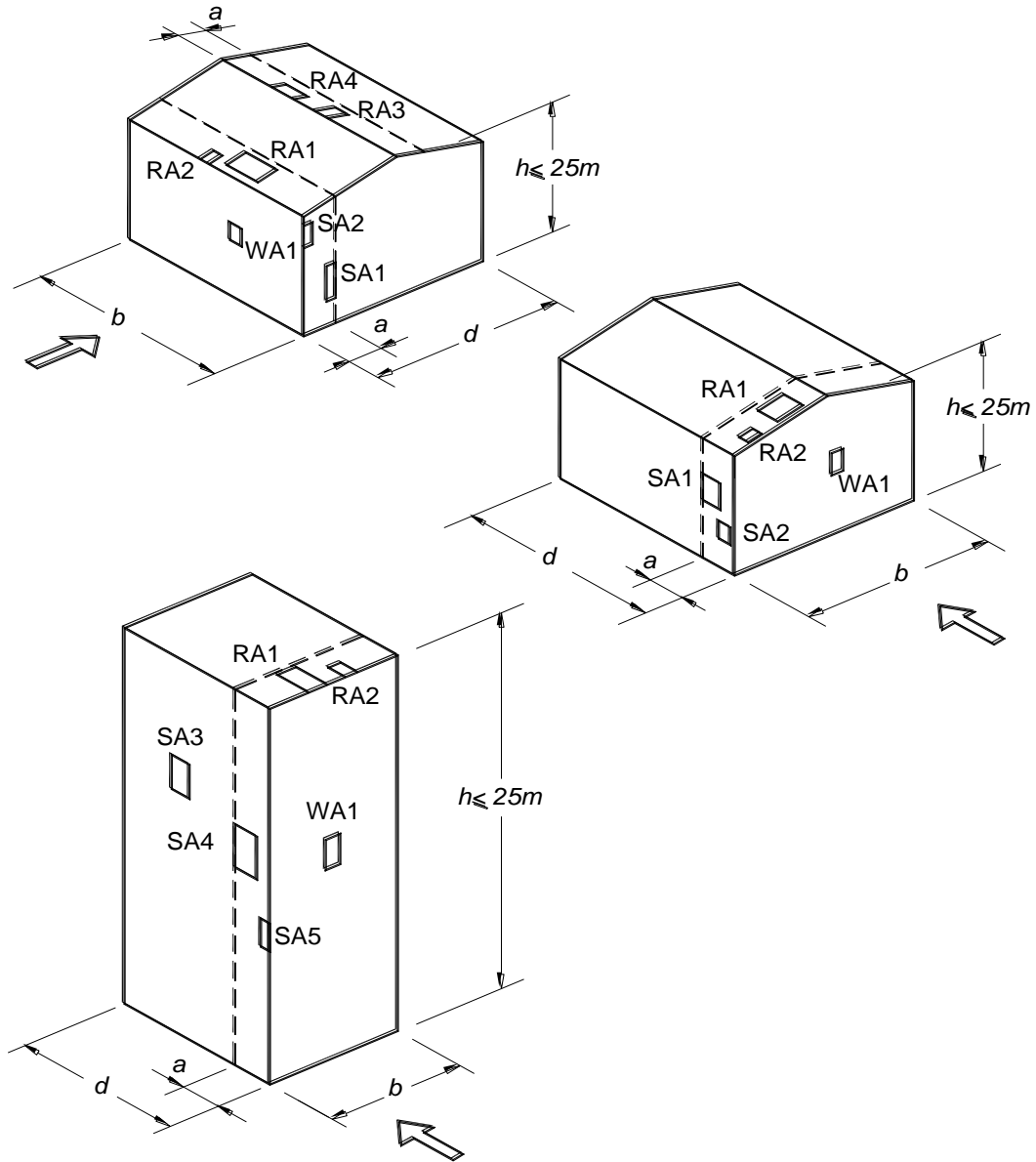
**Table A8. Local pressure factor,  $K_f$  for claddings**

Design case	Figure A2 reference number	$h$ (m)	Area, $A$	Proximity to edge	$K_f$
<b>Positive pressures</b>					
Windward wall	WA1	All	$A \leq 0.25a^2$	Anywhere	1.25
All other areas	-	All	-	-	1.0
<b>Negative pressures</b>					
Roof edges	RA1	All	$0.25a^2 < A \leq a^2$	$< a$	1.5
	RA2	All	$A \leq 0.25a^2$	$< 0.5a$	2.0
Hips and ridges of roofs	RA3	All	$0.25a^2 < A \leq a^2$	$< a$	1.5
With pitch $\geq 10^\circ$	RA4	All	$A \leq 0.25a^2$	$< 0.5a$	2.0
Side walls near Windward wall edges	SA1	$\leq 25$	$0.25a^2 < A \leq a^2$	$< a$	1.5
	SA2		$A \leq 0.25a^2$	$< 0.5a$	2.0
	SA3	$> 25$	$A \leq 0.25a^2$	$> a$	1.5
	SA4		$0.25a^2 < A \leq a^2$	$< a$	2.0
	SA5		$A \leq 0.25a^2$	$< 0.5a$	3.0
All other areas	-	All	-	-	1.0
<p>NOTES:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. The dimension, <math>a</math>, and the Figure reference numbers are defined in Figure A2</li> <li>2. Design cases attracting <math>K_f = 1.5</math> or <math>3.0</math> are alternative cases and need not be applied simultaneously.</li> <li>3. The areas for local pressure factor are not necessarily square.</li> </ol>					

- 13 -

[EAS 553/4]

**LAMPIRAN B**



Note: The value of the dimension  $a$ , is the minimum of  $0.2b$ ,  $0.2d$  and  $h$

**Figure A2. Local pressure factors ( $K_f$ )**

Sectional areas of groups of bars (mm <sup>2</sup> )										
Bar size (mm)	Number of bars									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	28.3	56.6	84.9	113	142	170	198	226	255	283
8	50.3	101	151	201	252	302	352	402	453	503
10	78.5	157	236	314	393	471	550	628	707	785
12	113	226	339	452	566	679	792	905	1020	1130
16	201	402	603	804	1010	1210	1410	1610	1810	2010
20	314	628	943	1260	1570	1890	2200	2510	2830	3140
25	491	982	1470	1960	2450	2950	3440	3930	4420	4910
32	804	1610	2410	3220	4020	4830	5630	6430	7240	8040
40	1260	2510	3770	5030	6280	7540	8800	10100	11300	12600

**Table 2**

Sectional areas per metre width for various bar spacing (mm <sup>2</sup> )									
Bar size (mm)	Spacing of bars								
	50	75	100	125	150	175	200	250	300
6	566	377	283	226	189	162	142	113	94.3
8	1010	671	503	402	335	287	252	201	168
10	1570	1050	785	628	523	449	393	314	262
12	2260	1510	1130	905	754	646	566	452	377
16	4020	2680	2010	1610	1340	1150	1010	804	670
20	6280	4190	3140	2510	2090	1800	1570	1260	1050
25	9820	6550	4910	3930	3270	2810	2450	1960	1640
32	16100	10700	8040	6430	5360	4600	4020	3220	2680
40	25100	16800	12600	10100	8380	7180	6280	5030	4190