



**PEDOMAN  
PERENCANAAN PEMBEBANAN  
UNTUK RUMAH DAN GEDUNG**

SKBI – 1.3.53.1987

UDC : 624.042



**DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM**

RITERBITKAN OLEH YAYASAN BADAN PENERBIT PU

## KATA PENGANTAR

Kita semua menyadari dan mengetahui, betapa pesatnya ilmu pengetahuan berkembang dan betapa cepatnya teknologi konstruksi melaju.

Kitapun bersepakat bahwa kasus demikian memerlukan tindak lanjut dengan upaya penyesuaian standar-standar konstruksi bangunan yang berlaku di seluruh Indonesia. Dengan demikian, maka akan terwujudlah pembinaan Dunia Usaha Jasa Konstruksi Indonesia.

Dalam hubungan itu maka Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum ingin memintu menyebar luaskan buku-buku SKBI ( Standar Konstruksi Bangunan Indonesia ), yang telah disahkan dengan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum 378/KPTS/1987.

Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum dengan ini menyampaikan ucapan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan P.U./Ketua Pantap SKBI, yang dengan surat no. UM 0101-KL/222, 3 - Oktober 1987 telah memberi izin kepada Yayasan Badan Penerbit P.U. untuk menerbitkan serta menyebarluaskan buku-buku SKBI tersebut.

Semoga usaha Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum menyebarluaskan buku-buku SKBI ini dapat diambil kegunaannya oleh khalayak ramai, terutama bagi mereka yang berpentingan.

Jakarta : 7 - Oktober 1987

Penerbit,

## DAFTAR ISI

Halaman :

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
Keputusan Menteri Pekerjaan Umum .....	iii
Bab I Deskripsi .....	1
1.1. Maksud dan Tujuan .....	1
1.2. Ruang Lingkup .....	1
1.3. Pengertian .....	1
Bab II Persyaratan .....	3
2.1. Ketentuan-ketentuan mengenai Pembebanan ...	3
2.1.1. Beban Mati .....	4
2.1.2. Beban Hidup .....	7
2.1.3. Beban Angin .....	18
2.1.4. Beban Gempa .....	28
2.1.5. Beban Khusus .....	28
2.2. Beban batas dan Beban Kerja .....	31
2.3. Kemantapan .....	32



REPUBLIK INDONESIA  
MENTERI PEKERJAAN UMUM

**KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM  
NOMOR : 378/KPTS/1987**

**TENTANG  
PENGESAHAN 33 STANDAR KONSTRUKSI  
BANGUNAN INDONESIA**

**Menteri Pekerjaan Umum,**

**Menimbang :**

- a bahwa pada hakekatnya Standar Konstruksi Bangunan memuat ketentuan-ketentuan teknis konstruksi yang dibakukan dan disusun berdasarkan konsensus semua pihak dengan memperhatikan syarat-syarat kesehatan, keselamatan, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta berdasarkan pengalaman perkembangan masa kini dan masa yang akan datang untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya bagi kepentingan umum;
- b bahwa kepesatan perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi konstruksi, perlu ditindak lanjuti dengan upaya penyesuaian standar-standar konstruksi bangunan yang berlaku di Indonesia sebagai salah satu wujud pembinaan Dunia Usaha Jasa Konstruksi;
- c bahwa untuk terlaksana maksud tersebut di atas, perlu adanya Keputusan Menteri Pekerjaan Umum mengenai pengesahan Standar Konstruksi Bangunan Indonesia (SKBI) yang dapat memedomani unsur aparatur Departemen Pekerjaan Umum dan unsur masyarakat yang berkepentingan dengan proses perencanaan dan pelaksanaan konstruksi.

**Mengingat :**

1. Keputusan Presiden RI No. 44 Tahun 1974;
2. Keputusan Presiden RI No. 45/M Tahun 1983;
3. Keputusan Presiden RI No. 15 Tahun 1984;
4. Keputusan Presiden RI No. 20 Tahun 1984;
5. Keputusan Menteri PU No. 211/KPTS/1984;
6. Keputusan Menteri PU No. 217/KPTS/1986;

**MEMUTUSKAN :**

**Menetapkan :** KEPUTUSAN MENTERI PEKERJAAN UMUM TENTANG PENGESAHAN 33 STANDAR KONSTRUKSI BANGUNAN INDONESIA.

- KE SATU :** Mengesahkan 33 Standar Konstruksi Bangunan Indonesia yang selanjutnya disingkat SKBI berupa buku sebagaimana tercantum dalam daftar lampiran Keputusan Menteri ini dan merupakan bagian tak terpisahkan dari Ketetapan ini.
- KE DUA :** Buku SKBI berlaku bagi unsur aparatur pemerintah bidang pekerjaan umum untuk digunakan dalam perjanjian kerja antar pihak-pihak yang bersangkutan dengan bidang konstruksi, sampai ditetapkan Standar Nasional Indonesia Bidang Konstruksi.
- KE TIGA :** Buku SKBI disusun berdasarkan matriks hubungan antara Jenis Buku dan Urutan Tahap Pelaksanaan, yaitu :
- a. Jenis Buku, terdiri dari :
    1. Pedoman;
    2. Petunjuk;
    3. Panduan;
    4. Spesifikasi Produk;
  - b. Urutan Tahap Pelaksanaan merupakan urutan proses konstruksi, terdiri dari :
    1. Perencanaan meliputi kegiatan :
      - 1.1. survai ( S );
      - 1.2. investasi ( I );
      - 1.3. desain ( D );
    2. Konstruksi ( K );
    3. Eksploitasi / Operasi ( O );
    4. Pemeliharaan ( P );

KE EMPAT : Menugaskan kepada Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum, untuk :

- a. menyebar luaskan Buku SKBI;
- b. mengawasi penerapan SKBI;
- c. menampung saran penyempurnaan SKBI.

KE LIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan, dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan diadakan perbaikan jika ada kesalahan-kesalahan dan disesuaikan sebagaimana mestinya.

TEMBUSAN Keputusan ini disampaikan kepada Yth. :

1. Sdr. Para Menteri Negara Kabinet Pembangunan IV;
2. Sdr. Ketua Dewan Standarisasi Nasional;
3. Sdr. Ketua Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia;
4. Distribusi A dan B Departemen Pekerjaan Umum;
5. Sdr. Kepala Kantor Wilayah Dep. PU seluruh Indonesia;
6. Sdr. Kepala Dinas PU Propinsi seluruh Indonesia;
7. Arsip.

Ditetapkan di : Jakarta

Pada tanggal : 31 Agustus 1987.



MENTERI PEKERJAAN UMUM.

SUDONO SOSRODARSONO

SKBI – 1.3.53. 1987

UDC : 624.042

**PEDOMAN  
PERENCANAAN PEMBEBANAN  
UNTUK RUMAH DAN GEDUNG**

Lampiran nomor 14  
Keputusan Menteri Pekerjaan Umum  
Nomor 378 /KPTS/1987  
Tanggal 31 Agustus 1987

# BAB I

## DESKRIPSI

### 1.1. Maksud dan Tujuan

#### 1.1.1 Maksud

Buku Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung dimaksudkan untuk memberikan pedoman dalam menentukan beban yang diijinkan untuk merencanakan bangunan rumah dan gedung.

#### 1.1.2 Tujuan

Dalam merencanakan beban untuk rumah dan gedung diharuskan memperhatikan penggunaan beban-beban yang diijinkan dalam perencanaan tersebut seperti, beban-beban hidup untuk atap miring, gedung parkir bertingkat dan landasan helikopter pada atap gedung tinggi di mana parameter-parameter pesawat helikopter yang dimuat praktis sudah mencakup semua jenis pesawat yang biasa dioperasikan. Termasuk juga reduksi beban hidup untuk perencanaan balok induk dan portal serta peninjauan gempa, yang pemakaiannya optional bukan keharusan, terlebih bila reduksi tersebut membahayakan konstruksi atau unsur konstruksi yang ditinjau.

### 1.2. Ruang Lingkup

Dalam buku pedoman ini dimuat: ketentuan-ketentuan mengenai pembebanan, beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa, beban khusus, juga peninjauan beban batas dan beban kerja dan faktor keamanan dalam peninjauan kemandapan.

### 1.3. Pengertian

(1) *BEBAN MATI* ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin set-

ta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

- (2) *BEBAN HIDUP* ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air. Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus yang disebut dalam ayat (3), (4) dan (5).
- (3) *BEBAN ANGIN* ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
- (4) *BEBAN GEMPA* ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.
- (5) *BEBAN KHUSUS* ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

## BAB II

### PERSYARATAN

#### 2.1. Ketentuan-Ketentuan Mengenai Pembebanan

- (1) Struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap pembebanan-pembebanan oleh:

Beban Mati, dinyatakan dengan lambang M  
Beban Hidup, dinyatakan dengan lambang H  
Beban Angin, dinyatakan dengan lambang A  
Beban Gempa, dinyatakan dengan lambang G  
Beban Khusus, dinyatakan dengan lambang K

- (2) Kombinasi pembebanan yang harus ditinjau adalah sebagai berikut:

Pembebanan Tetap	:	M + H
Pembebanan Sementara	:	M + H + A M + H + G
Pembebanan Khusus	:	M + H + K M + H + A + K M + H + G + K

- (3) Apabila beban hidup, baik yang membebani gedung atau bagian gedung secara penuh maupun sebagian, secara tersendiri atau dalam kombinasi dengan beban-beban lain, memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi struktur atau unsur struktur gedung itu, maka pembebanan atau kombinasi pembebanan tersebut tidak boleh ditinjau dalam perencanaan struktur atau unsur struktur tersebut.
- (4) Untuk keadaan-keadaan tertentu beban mati, beban hidup dan beban angin dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi. Pengurangan beban-beban tersebut harus dilakukan apabila hal itu menghasilkan keadaan yang lebih berbahaya untuk struktur atau unsur struktur yang ditinjau.

### 2.1.1. Beban Mati

#### 2.1.1.1. Berat Sendiri

- (1) Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung, harus diambil menurut Tabel 1.
- (2) Apabila dengan bahan bangunan setempat diperoleh berat sendiri yang menyimpang lebih dari 10 persen terhadap nilai-nilai yang tercantum dalam Tabel 1, maka berat sendiri tersebut harus ditentukan tersendiri dengan memperhitungkan kelembaban setempat, dan nilai yang ditentukan ini harus dianggap sebagai pengganti dari nilai yang tercantum dalam Tabel 1. itu. Penyimpangan ini dapat terjadi terutama pada pasir (antara lain pasir besi), koral (antara lain koral kwarsa), batu pecah, batu alam, batu bata, genting dan beberapa jenis kayu.
- (3) Berat sendiri dari bahan bangunan dan dari komponen gedung yang tidak tercantum dalam Tabel 1. harus ditentukan tersendiri.

#### 2.1.1.2. Reduksi Beban Mati

- (1) Apabila beban mati memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap pengerahan kekuatan suatu struktur atau unsur struktur suatu gedung, maka beban mati tersebut harus diambil menurut Tabel 1. dengan mengalikannya dengan koefisien reduksi 0,9.
- (2) Apabila beban mati sebagian atau sepenuhnya memberi pengaruh yang menguntungkan terhadap kemandapan suatu struktur atau unsur struktur suatu gedung, maka dalam meninjau kemandapan tersebut menurut Pasal 2.3 beban mati tersebut harus dikalikan dengan koefisien reduksi 0,9.

Tabel I.  
BERAT SENDIRI BAHAN BANGUNAN DAN  
KOMPONEN GEDUNG

*BAHAN BANGUNAN*

Baja	7.850 kg/m <sup>3</sup>
Batu alam	2.600 kg/m <sup>3</sup>
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m <sup>3</sup>
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m <sup>3</sup>
Batu pecah	1.450 kg/m <sup>3</sup>
Besi tuang	7.250 kg/m <sup>3</sup>
Beton (1)	2.200 kg/m <sup>3</sup>
Beton bertulang (2)	2.400 kg/m <sup>3</sup>
Kayu (Kelas I) (3)	1.000 kg/m <sup>3</sup>
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m <sup>3</sup>
Pasangan bata merah	1.700 kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m <sup>3</sup>
Pasangan batu karang	1.450 kg/m <sup>3</sup>
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m <sup>3</sup>
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m <sup>3</sup>
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m <sup>3</sup>
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m <sup>3</sup>
Timah hitam (timbang)	11.400 kg/m <sup>3</sup>

*KOMPONEN GEDUNG*

- Adukan, per cm tebal:	
- dari semen	21 kg/m <sup>2</sup>
- dari kapur, semen merah atau tras	17 kg/m <sup>2</sup>
Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14 kg/m <sup>2</sup>
Dinding pasangan bata merah	
- satu batu	450 kg/m <sup>2</sup>
- setengah batu	250 kg/m <sup>2</sup>

Dinding pasangan batako:

Berlubang:

- tebal dinding 20 cm (HB 20) 200 kg/m<sup>2</sup>
- tebal dinding 10 cm (HB 10) 120 kg/m<sup>2</sup>

Tanpa lubang

- tebal dinding 15 cm 300 kg/m<sup>2</sup>
- tebal dinding 10 cm 200 kg/m<sup>2</sup>

Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari:

- semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm 11 kg/m<sup>2</sup>
- kaca, dengan tebal 3 – 5 mm 10 kg/m<sup>2</sup>

Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m<sup>2</sup> 40 kg/m<sup>2</sup>

Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m 7 kg/m<sup>2</sup>

Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m<sup>2</sup> bidang atap 50 kg/m<sup>2</sup>

Penutup atas sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m<sup>2</sup> bidang atap 40 kg/m<sup>2</sup>

Penutup atap seng gelombang (BJLS-25) tanpa <sup>usuk</sup>gording 10 kg/m<sup>2</sup>

Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal 24 kg/m<sup>2</sup>

Semen asbes gelombang (tebal 5 mm) 11 kg/m<sup>2</sup>

- Catatan :
- (1) Nilai ini tidak berlaku untuk beton pengisi.
  - (2) Untuk beton getar, beton kejut, beton mampat dan beton padat lain sejenis, berat sendirinya harus ditentukan tersendiri.
  - (3) Nilai ini adalah nilai rata-rata, untuk jenis-jenis kayu tertentu lihat Pedoman Perencanaan Konstruksi-Kayu.

## 2.1.2. Beban Hidup

### 2.1.2.1. Beban Hidup Pada Lantai Gedung.

- (1) Beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut Tabel 2. Kedalam beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan, dan juga dinding-dinding pemisah ringan dengan berat tidak lebih dari  $100 \text{ kg/m}^2$ . Beban-beban berat, misalnya yang disebabkan oleh lemari-lemari arsip dan perpustakaan serta oleh alat-alat, mesin-mesin dan barang-barang lain tertentu yang sangat berat, harus ditentukan tersendiri.
- (2) Beban hidup yang ditentukan dalam pasal ini tidak perlu dikalikan dengan suatu koefisien kejut.
- (3) Lantai-lantai gedung yang dapat diharapkan akan dipakai untuk berbagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban hidup terberat yang mungkin dapat terjadi.

### 2.1.2.2. Beban Hidup Pada Atap Gedung

- (1) Beban hidup pada atap dan/atau bagian atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil minimum sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$  bidang datar.
- (2) Beban hidup pada atap dan/atau bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil yang paling menentukan di antara dua macam beban berikut:
  - a. Beban terbagi rata per  $\text{m}^2$  bidang datar berasal dari beban air hujan sebesar  $(40 - 0,8 \cdot \alpha) \text{ kg/m}^2$  di mana  $\alpha$  adalah sudut kemiringan atap dalam

derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari  $20 \text{ kg/m}^2$  dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari  $50^\circ$ .

- b. Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg.
- (3) Pada balok tepi atau gordeng tepi dari atap yang tidak cukup ditunjang oleh dinding atau penunjang lainnya dan pada kantilever harus ditinjau kemungkinan adanya beban hidup terpusat sebesar minimum 200 kg.
- (4) Beban hidup pada atap gedung tinggi yang dilengkapi dengan landasan helikopter (helipad) harus diambil sebesar minimum  $200 \text{ kg/m}^2$  di luar daerah landasan, sedangkan pada daerah landasannya harus diambil beban yang berasal dari helikopter sewaktu mendarat dan mengangkasa dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

a. U m u m

Struktur landasan beserta struktur pemikulnya harus direncanakan terhadap beban-beban yang berasal dari helikopter yang paling menentukan, yaitu apabila terjadi pendaratan yang keras karena mesin mati sewaktu melandas (hovering). Beban-beban helikopter tersebut dikerjakan pada landasan melalui tumpuan-tumpuan pendarat. Helikopter-helikopter ukuran kecil sampai sedang pada umumnya mempunyai tumpuan pendarat jenis palang (skid type) atau jenis bantalan (float type), sedangkan yang ukuran besar mempunyai tumpuan pendarat jenis roda. Tumpuan-tumpuan pendarat dapat terdiri dari dua buah tumpuan utama di samping sebuah tumpuan belakang atau sebuah tumpu-

an depan. Parameter-parameter helikopter dari jenis umum dioperasikan diberikan dalam Tabel 3, dengan catatan bahwa besaran-besaran yang diberikan itu dapat berubah pada model-model keluaran baru. Untuk jenis-jenis helikopter yang tidak tercantum dalam Tabel 3, parameter-parameternya harus diambil menurut yang ditentukan oleh pabrik pembuatnya.

#### **b. Pembagian beban**

Masing-masing tumpuan pendarat meneruskan bagian tertentu dari berat bruto helikopter, tergantung pada jenis helikopter dan jenis tumpuan pendaratnya.

Pada jenis-jenis helikopter yang mempunyai tumpuan-tumpuan pendarat utama, masing-masing tumpuan pendarat tersebut pada umumnya meneruskan 40 sampai 45 persen dari berat bruto helikopter. Untuk beberapa jenis helikopter di dalam Tabel 3. dicantumkan prosentase berat bruto helikopter yang diteruskan oleh masing-masing tumpuan pendarat. Yang diartikan dengan berat bruto helikopter adalah berat total helikopter berikut muatan penuh seperti yang diizinkan menurut peraturan internasional (FAA). Dalam perencanaan struktur landasan beserta struktur pemikulnya dianggap bahwa 2 buah tumpuan pendarat secara serempak membebani landasan.

#### **c. Beban rencana**

Untuk memperhitungkan beban kejut pada pendaratan yang keras akibat mesin mati, maka sebagai beban rencana yang diteruskan oleh tumpuan pendarat harus diambil beban menurut  $b$  di atas dikalikan dengan koefisien kejut sebesar 1,5.

#### d. Bidang Kontak

Untuk perencanaan lantai landasan, beban rencana menurut c di atas yang berupa beban terpusat dapat dianggap disebar terbagi rata di dalam bidang kontak tumpuan pendarat. Luas bidang kontak ini tergantung pada jenis helikopter dan jenis tumpuan pendaratnya dan untuk beberapa jenis helikopter dicantumkan dalam Tabel 3. Untuk tumpuan pendarat dari jenis roda, di mana masing-masing terdiri dari beberapa roda, nilai-nilai luas bidang kontak yang diberikan adalah jumlah dari luas bidang kontak masing-masing roda, sedangkan untuk tumpuan pendarat dari jenis palang luas bidang kontak tersebut adalah luas bidang palang yang berada langsung sekitar batang penumpu. Pada umumnya, lantai landasan dapat dianggap kuat apabila direncanakan terhadap beban terpusat sebesar 50 persen dari berat bruto helikopter yang terbagi rata dalam bidang kontak seluas  $600 \text{ cm}^2$ .

#### 2.1.2.3. Beban Hidup Oleh Keran

- (1) Bentuk bagan dan besarnya beban rencana serta sifat-sifat lain dari keran harus ditentukan sesuai dengan jenis keran yang bersangkutan berdasarkan ketentuan-ketentuan dari pabrik pembuatnya atau yang disyaratkan oleh instansi berwenang yang bersangkutan.
- (2) Pedoman ini hanya memberikan ketentuan-ketentuan mengenai keran jalan, yang terdiri dari keran induk (kereta keran) dan keran angkat yang berjalan di atas keran induk di arah melintang. Ketentuan-ketentuan tersebut harus dianggap sebagai persyaratan minimum. Apabila karena hal-hal tertentu dalam perencanaan keran dan struktur gedungnya secara keseluruhan terjadi keadaan-keadaan pembebanan yang lain daripada menurut peraturan ini, maka beban rencana harus ditentukan tersendiri yang disetujui oleh instansi berwenang yang bersangkutan.

- (3) Beban keran yang membebani struktur pemikulnya terdiri dari berat sendiri keran ditambah dengan berat muatan yang diangkatnya, dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dengan mengalikan dengan suatu koefisien kejut yang ditentukan menurut rumus berikut:

$$\psi = (1 + k_1 k_2 v) \geq 1,15$$

di mana:

- $\psi$  = koefisien kejut yang nilainya tidak boleh diambil kurang dari 1,15.
- $v$  = kecepatan angkat maksimum dalam m/det pada pengangkatan muatan maksimum dalam kedudukan keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau, dan nilainya tidak perlu diambil lebih dari 1,00 m/det.
- $k_1$  = koefisien yang bergantung pada kekakuan struktur keran induk, yang untuk keran induk dengan struktur rangka, pada umumnya nilainya dapat diambil sebesar 0,6.
- $k_2$  = koefisien yang bergantung pada sifat-sifat mesin angkat dari keran angkatnya, dan dapat diambil sebagai berikut:
- pada mesin listrik biasa atau mesin-mesin lain dengan sifat-sifat yang sejenis  $k_2 = 1,00$ .
  - pada mesin sangkar asinkron dan mesin termis dengan kopling  $k_2 = 1,3$ .
  - pada mesin dengan pembatas percepatan otomatis:
    - + dengan alat cengkeram  $k_2 = 0,75$
    - + dengan alat kait  $k_2 = 0,50$ .

**Catatan:** Pengaruh khusus dari keran ditentukan dalam Pasal 2.1.5.

Label 2  
**BEBAN HIDUP PADA LANTAI GEDUNG**

a. Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
b. Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>
c. Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
d. Lantai ruang olah raga.	400 kg/m <sup>2</sup>
e. Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
f. Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain daripada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
g. Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m <sup>2</sup>
h. Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m <sup>2</sup>
i. Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m <sup>2</sup>
j. Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m <sup>2</sup>
k. Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m <sup>2</sup>
l. Lantai gedung parkir bertingkat: <ul style="list-style-type: none"> <li>– untuk lantai bawah</li> <li>– untuk lantai tingkat lainnya</li> </ul>	800 kg/m <sup>2</sup> 400 kg/m <sup>2</sup>
m. Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m <sup>2</sup>

Tabel 3  
PARAMETER-PARAMETER HELIKOPTER

Helikopter		Berat bruto (kg)	Dia- meter baling baling (m)	Pan- jang total (m)	Tumpuan - pendarat										
Fabrik Pembuat/ model	Nama sebutan				Jenis	Jumlah				Bidang kontak (cm)		Prosentase berat bruto		Jarak antara tumpuan depan dan be- lakang (m)	Jarak antara tumpuan kin dan kanan (m)
						De- pan	Bele- kang	De- pan	Bele- kang	De- pan	Bele- kang				
												(m)			
Aerospa- tiele															
315-B	Lama	1.950	11,0	12,9	Palang										
318-C	Alouette I	1.656	10,2	12,1	Palang							2,4			
319-B	Alouette III	2.250	11,0	12,8	Roda	1	2					2,3			
330-B	Puma	2.393	15,0	18,2	Roda	1	2	339	678	15	43	2,6			
341-G	Gazelle	1.800	10,5	12,0	Palang							4,1			
360	Dauphin	2.799	11,5	13,4	Roda	2	1					2,0			
Augusta/ Atlantic												7,2			
A-109	Nirando	2.450	11,0	13,1	Roda	1	2	129	129			3,5			
Beli Heli- copter												2,3			
47 G		1.338	11,3	13,3	Palang	2	2	38	38	51	50	1,6			
205A-1		4.309	14,7	17,4	Palang	2	2	52	52	40	25	2,3			
206-B	Jet Ranger	1.452	10,1	11,8	Palang	2	2	39	39	34	28	1,4			
206-L	Long Ranger	1.814	11,3	12,9	Palang	2	2					1,9			
212	Twin	5.080	14,7	17,5	Palang	2	2	52	52	40	34	2,3			
214-B	Big Lifter	7.258	15,2	18,3	Palang							2,7			
Boeing Vertol												2,6			
BO-105C		2.300	9,8	11,8	Palang							2,6			
CH-47-234		22.680	18,3	30,2	Roda	2	2	1007	503			3,4			
107-11		10.030	15,2	25,3	Roda	1	2	323	323			3,9			
179		8.482	14,9	18,1	Roda	1	2	1058	529			4,7			
Fairchild												2,2			
FH-1100		1.247	10,8	12,7	Palang							2,2			
Hiller												2,3			
UH-12-L		1.408	10,8	12,4	Palang							2,3			
UH-12E/E-4		1.270	10,8	12,4	Palang							2,3			
Hughes												2,0			
289 A/B	Hughes 300	758	7,7	8,8	Palang							2,0			
289 C	Hughes 300C	930	8,2	9,4	Palang							2,1			
369 HS (Std)	Hughes 500C	1.158	8,0	9,2	Palang							2,1			
369 D	Hughes 500D	1.362	8,1	9,3	Palang							2,1			
Sikorsky												3,4			
S-55T		3.265	16,2	19,0	Roda	2	2	258	258			3,2			
S-58 T		5.897	17,1	20,1	Roda	2	1	723	226	44	12	8,6			
S-61 N/L		8.708	18,9	22,3	Roda	2	1	697	348			7,2			
S-62		3.583	16,2	19,0	Roda	2	1	348	348			5,4			
Skycrane/ S-64		19.050	22,0	27,0	Roda	1	2					7,4			
S-65C		19.050	22,0	26,9	Roda	1	2	994	994			8,2			
S-76		4.400	13,4	17,5	Roda	1	2	135	135			5,0			
S-78C		9.072	18,4	19,8	Roda	2	1	471	471			8,8			

#### 2.1.2.4. Beban Hidup Horizontal

Beban hidup horisontal yang dapat terjadi oleh desakan sejumlah besar manusia yang bergerak pada gedung-gedung tertentu, harus ditinjau bekerja pada struktur pemikulnya dalam dua arah yang saling tegak lurus, sebesar suatu prosentase dari beban hidup vertikal menurut Pasal 2.1.2. Pedoman ini bergantung pada jenis struktur dan penggunaan gedung (misalnya pada panggung-panggung penonton), prosentase tersebut diambil 5 sampai 10 prosen.

#### 2.1.2.5. Reduksi Beban Hidup

- (1) Peluang untuk tercapainya suatu prosentase tertentu dari beban hidup yang membebani struktur pemikul suatu gedung selama umur gedung tersebut, bergantung pada bagian atau unsur struktur yang ditinjau dan bergantung pula pada penggunaan gedung itu dan untuk apa beban hidup tersebut ditinjau. Berhubung peluang untuk terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian dan semua unsur struktur pemikul secara serempak selama umur gedung tersebut adalah sangat kecil, maka untuk hal-hal yang disebut dalam ayat (2), (3) dan (4) dari pasal ini, beban hidup tersebut dapat dianggap tidak efektif sepenuhnya, sehingga beban hidup terbagi rata yang ditentukan dalam Pasal 2.1.2.1 dan 2.1.2.2. Pedoman ini dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi.
- (2) Pada perencanaan balok-balok induk dan portal-portal dari sistem struktur pemikul beban dari suatu gedung, maka untuk memperhitungkan peluang terjadinya nilai-nilai beban hidup yang berubah-ubah seperti yang disebut dalam ayat (1), beban hidup terbagi rata yang ditentukan dalam Pasal 2.1.2.1 dan 2.1.2.2. Pedoman ini dapat dikalikan dengan suatu koefisien

reduksi yang nilainya bergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau dan yang dicantumkan dalam Tabel 4.

- (3) Pada perencanaan sistem struktur penahan beban horisontal dari suatu gedung, beban hidup pada gedung itu ikut menentukan besarnya beban gempa yang harus dipikul oleh sistem struktur tersebut. Dalam hal ini, untuk memperhitungkan peluang terjadinya beban hidup yang berubah-ubah seperti yang disebut dalam ayat (1), maka untuk menentukan beban gempa menurut Pasal 2.1.4 Pedoman ini, beban hidup terbagi rata yang ditentukan dalam Pasal 2.1.2. Pedoman ini dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya bergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau dan yang dicantumkan dalam Tabel 4.
- (4) Pada perencanaan unsur-unsur struktur vertikal seperti kolom-kolom dan dinding-dinding serta fondasinya yang memikul beberapa lantai tingkat, beban hidup yang bekerja pada masing-masing lantai tingkat tersebut mempunyai peranan penting dalam menentukan kekuatan. Dalam hal ini, untuk memperhitungkan peluang terjadinya beban hidup yang berubah-ubah seperti yang disebut dalam ayat (1), maka untuk perhitungan gaya normal (gaya aksial) di dalam unsur-unsur struktur vertikal seperti kolom-kolom dan dinding-dinding serta beban pada fondasinya, jumlah kumulatif beban hidup terbagi rata yang ditentukan dalam Pasal 2.1.2. Pedoman ini yang bekerja pada lantai-lantai tingkat yang dipikulnya, dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya bergantung pada jumlah lantai yang dipikul dan yang dicantumkan dalam Tabel 5.
- (5) Pada perencanaan unsur-unsur struktur vertikal seperti kolom-kolom dan dinding-dinding serta fondasinya

yang memikul lantai tingkat seperti yang disebut dalam ayat (4), beban hidup penuh tanpa dikalikan dengan koefisien reduksi tetap harus ditinjau pada:

- lantai gudang, ruang arsip, perpustakaan dan ruang-ruang penyimpanan lain sejenis;
- lantai ruang yang memikul beban berat tertentu yang bersifat tetap, seperti alat-alat dan mesin-mesin.

(6) Pada perencanaan fondasi pengaruh beban hidup pada lantai yang menumpu di atas tanah harus turut ditinjau. Dalam hal ini, beban hidup pada lantai tersebut sehubungan dengan yang ditentukan dalam ayat (4) harus tetap diambil penuh tanpa dikalikan dengan suatu koefisien reduksi.

Tabel 4  
KOEFSISIEN REDUKSI BEBAN HIDUP

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
<b>PERUMAHAN/PENGHUNIAN:</b> Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
<b>PENDIDIKAN:</b> Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
<b>PERTEMUAN UMUM:</b> Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
<b>KANTOR:</b> Kantor, bank	0,60	0,30
<b>PERDAGANGAN:</b> Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
<b>PENYIMPANAN:</b> Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
<b>INDUSTRI:</b> Pabrik, bengkel	1,00	0,90
<b>TEMPAT KENDARAAN:</b> Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
<b>GANG DAN TANGGA:</b>		
— perumahan/penghunian	0,75	0,30
— pendidikan, kantor	0,75	0,50
— pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

Tabel 5  
**KOEFISIEN REDUKSI BEBAN HIDUP KUMULATIF**

Jumlah lantai yang dipikul	Koefisien reduksi yang dikalikan kepada beban hidup kumulatif
1	1,0
2	1,0
3	0,9
4	0,8
5	0,7
6.	0,6
7.	0,5
8 dan lebih	0,4

### 2.1.3. Beban Angin

#### 2.1.3.1. Penentuan Beban Angin

Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam  $\text{kg/m}^2$ , ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup yang ditentukan dalam pasal 2.1.3.2 dengan koefisien-koefisien angin yang ditentukan dalam pasal 2.1.3.3.

#### 2.1.3.2. Tekanan Tiup

- (1) Tekanan tiup harus diambil minimum  $25 \text{ kg/m}^2$ , kecuali yang ditentukan dalam ayat-ayat (2), (3) (4).

- (2) Tekanan tiup di laut dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$ , kecuali yang ditentukan dalam ayat-ayat (3) dan (4).
- (3) Untuk daerah-daerah di dekat laut dan daerah-daerah lain tertentu, di mana terdapat kecepatan-kecepatan angin yang mungkin menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar daripada yang ditentukan dalam ayat (1) dan (2), tekanan tiup ( $p$ ) harus dihitung dengan rumus:

$$p = \frac{V^2}{16} (\text{kg/m}^2)$$

di mana  $V$  adalah kecepatan angin dalam m/det., yang harus ditentukan oleh instansi yang berwenang.

- (4) Pada cerobong, tekanan tiup dalam  $\text{kg/m}^2$  harus ditentukan dengan rumus  $(42,5 + 0,6 h)$ , di mana  $h$  adalah tinggi cerobong seluruhnya dalam meter, diukur dari lapangan yang berbatasan.
- (5) Apabila dapat dijamin suatu gedung terlindung efektif terhadap angin dari suatu jurusan tertentu oleh gedung-gedung lain, hutan-hutan pelindung atau penghalang-penghalang lain, maka tekanan tiup dari jurusan itu menurut ayat-ayat (1) s/d (4) dapat dikalikan dengan koefisien reduksi sebesar 0,5.

### 2.1.3.3. Koefisien Angin (untuk bagan koefisien angin, lihat gambar 1).

#### (1) Gedung tertutup

Untuk bidang-bidang luar, koefisien angin (+ berarti tekanan dan berarti isapan), adalah sebagai berikut:

- a. Dinding vertikal:
- |                           |  |       |
|---------------------------|--|-------|
| di pihak angin            |  | + 0,9 |
| di belakang angin         |  | - 0,4 |
| sejajar dengan arah angin |  | - 0,4 |
- b. Atap segi-tiga dengan sudut kemiringan  $\alpha$  :
- |   |                                      |        |
|---|--------------------------------------|--------|
| di pihak angin:                         | $\alpha < 65^\circ$ (0,02 $\alpha$ ) | - 0,4) |
|   | $65^\circ < \alpha < 90^\circ$       | + 0,9  |
| di belakang angin, untuk semua $\alpha$ |                                      | - 0,4  |
- c. Atap lengkung dengan sudut pangkal  $\beta$  :
- $\beta < 22^\circ$ : untuk bidang lengkung di pihak angin:
- |                               |  |       |
|-------------------------------|--|-------|
| pada seperempat busur pertama |  | - 0,6 |
| pada seperempat busur kedua   |  | - 0,7 |
- untuk bidang lengkung di belakang angin:
- |                               |  |       |
|-------------------------------|--|-------|
| pada seperempat busur pertama |  | - 0,5 |
| pada seperempat busur kedua   |  | - 0,2 |
- $\beta > 22^\circ$ : untuk bidang lengkung di pihak angin:
- |                               |  |       |
|-------------------------------|--|-------|
| pada seperempat busur pertama |  | - 0,5 |
| pada seperempat busur kedua   |  | - 0,6 |
- untuk bidang lengkung di belakang angin:
- |                                |  |       |
|--------------------------------|--|-------|
| pada seperempat busur pertama  |  | - 0,4 |
| pada seperempat busur terakhir |  | - 0,2 |

Catatan:

Sudut pangkal adalah sudut antara garis penghubung titik pangkal dengan titik puncak dan garis horisontal.

d. Atap segi-tiga majemuk:

Untuk bidang-bidang atap di pihak angin:

$$\alpha < 65^{\circ} \quad (0,92 \alpha - 0,4)$$

$$65^{\circ} < \alpha < 90^{\circ} \quad + 0,9$$

untuk semua bidang atap di belakang angin,  
kecuali yang vertikal menghadap angin, un-  
tuk semua  $\alpha$

$$-0,4$$

untuk semua bidang atap vertikal di belakang  
angin yang menghadap angin

$$+ 0,4$$

(2) Gedung terbuka sebelah

Untuk bidang luar, koefisien angin yang ditentukan dalam ayat (1) tetap berlaku, sedangkan pada waktu yang bersamaan di dalam gedung dianggap bekerja suatu tekanan positif dengan koefisien angin + 0,6 apabila bidang yang terbuka terletak di pihak angin dan suatu tekanan negatif dengan koefisien angin - 0,3 apabila bidang yang terbuka terletak di belakang angin.

(3) Atap tanpa dinding

a. Untuk beban angin dari satu jurusan, atap pelana biasa tanpa dinding harus direncanakan menurut keadaan yang paling berbahaya di antara 2 cara (I dan II), dengan koefisien angin untuk bidang atap seperti berikut:

Tabel 6

**KOEFISIEN ANGIN UNTUK BIDANG ATAP PELANA BIASA  
TANPA DINDING**

Kemiringan atap	Bidang atap di pihak angin	Bidang atap lain
I. $0^\circ < \alpha < 20^\circ$ $\alpha > 30^\circ$	- 1,2	- 0,4
	- 0,8	- 0,8
II. $\alpha = 0^\circ$ $10^\circ < \alpha < 20^\circ$ $\alpha = 30^\circ$ $\alpha > 30^\circ$	+ 1,2	+ 4,0
	+ 0,8	0,0
	+ 0,8	- 0,4
	+ 0,5	$(-0,4 - \frac{\alpha}{300} -)$

Untuk atap-atap pelana terbalik (atap-atap V) tanpa dinding, untuk bidang bawah dari atap berlaku koefisien-koefisien angin yang sama seperti untuk bidang atas atap pelana biasa.

- b. Untuk atap-atap miring sepihak tanpa dinding, untuk bidang atas berlaku koefisien angin (- atau + bergantung pada arah angin) sebagai berikut:

Tabel 7

**KOEFISIEN ANGIN UNTUK BIDANG ATAP MIRING SEPIHAK  
TANPA DINDING**

Kemiringan	Bidang atap di pihak angin	Bidang atap lainnya
$0^\circ < \alpha < 10^\circ$	+ atau - 1,2	+ atau - 0,4
$\alpha = 40^\circ$	+ atau - 1,8	+ atau - 1,0

Untuk kemiringan-kemiringan yang terdapat di antaranya, diadakan interpolasi linier.

(4) Dinding yang berdiri bebas

- Untuk dinding-dinding yang berdiri bebas, koefisien angin untuk bidang di pihak angin adalah + 0,9 dan untuk bidang di belakang angin adalah - 0,4 (jumlahnya 1,3).

(5) Cerobong dengan penampang lingkaran

Untuk cerobong dengan penampang lingkaran, koefisien angin untuk tekanan positif dan tekanan negatif (isapan) bersama-sama adalah 0,7. Koefisien angin ini berlaku untuk bidang cerobong yang diproyeksikan pada bidang vertikal yang melalui sumbu cerobong.

(6) Struktur rangka (lattice structures)

Koefisien angin untuk struktur-struktur rangka a s/d e di bawah ini berlaku untuk bidang rangka. Bidang rangka adalah bidang-bidang batang rangka yang diproyeksikan pada bidang melalui sumbu-sumbu batang.

- Untuk struktur rangka bidang, koefisien angin untuk tekanan positif dan tekanan negatif (isapan) jumlahnya adalah 1,6.
- Untuk struktur rangka ruang dengan penampang melintang berbentuk persegi dengan arah angin tegak lurus pada salah satu bidang rangka, koefisien angin untuk rangka pertama di pihak angin adalah + 1,6 dan untuk rangka kedua di belakang angin adalah + 1,2.
- Untuk struktur rangka ruang dengan penampang melintang berbentuk bujur sangkar dengan arah angin  $45^{\circ}$  terhadap bidang-bidang rangka, koefisien angin untuk kedua bidang rangka di pihak angin

adalah masing-masing + 0,65 dan untuk kedua rangka di belakang angin masing-masing + 0,5. Kecuali itu, masing-masing rangka harus diperhitungkan terhadap beban angin yang bekerja dalam masing-masing bidangnya dengan koefisien angin yang sama dengan koefisien angin untuk beban angin yang bekerja tegak lurus padanya.

- d. Untuk struktur rangka ruang dengan penampang melintang berbentuk segi-tiga sama sisi dengan arah angin tegak lurus pada bidang rangka di pihak angin, koefisien angin untuk rangka tersebut adalah + 1,6 dan untuk kedua rangka di belakang angin adalah masing-masing + 0,3. Kecuali itu, masing-masing rangka di belakang angin harus diperhitungkan terhadap beban angin yang bekerja di dalam masing-masing bidangnya dengan koefisien angin masing-masing sebesar 0,5.
- e. Untuk struktur rangka ruang dengan penampang melintang berbentuk segi tiga sama sisi dengan arah angin tegak lurus pada bidang rangka di belakang angin, koefisien angin untuk kedua rangka di pihak angin adalah + 0,4 dan untuk rangka di belakang angin adalah + 1,2. Kecuali itu, masing-masing rangka di pihak angin harus diperhitungkan terhadap beban angin yang bekerja di dalam masing-masing bidangnya dengan koefisien angin masing-masing sebesar 0,7.

(7) Gedung dan bangunan lain.

Koefisien angin untuk gedung dan bangunan dengan bentuk penampang yang lain daripada yang ditentukan dalam pasal ini dapat diambil harga-harga untuk bentuk-bentuk yang hampir serupa, kecuali apabila koefisien angin itu ditentukan dengan percobaan terowong angin.

#### 2.1.3.4. Pembebasan Peninjauan Beban Angin.

Pada gedung tertutup dan rumah tinggal dengan tinggi tidak lebih dari 16 m, dengan lantai-lantai dan dinding-dinding yang memberikan kekakuan yang cukup, struktur utamanya tidak perlu diperhitungkan terhadap beban angin, kecuali apabila perbandingan antara tinggi dan lebar bangunan itu menyebabkan diperlukannya peninjauan beban angin itu.

- (2) Apabila perbandingan antara tinggi dan lebar gedung dan struktur dari gedung itu adalah sedemikian rupa, hingga tidak menyebabkan diperlukannya peninjauan beban angin, maka juga untuk gedung dengan tinggi lebih dari 16 m dapat diberikan pembebasan atas peninjauan beban angin.

Gambar 1  
Koefisien angin menurut Pasal 2.1.3.3.

AYAT	JENIS GEDUNG	BAGAN BEBAN ANGIN ANGKA - ANGKA / RUMUS - RUMUS MENUNJUKKAN KOEFISIEN ANGIN
(1)	GEDUNG TERTUTUP	<p>Diagrams for closed buildings (GEDUNG TERTUTUP) showing wind load coefficients for different roof slopes and wind directions. The diagrams are arranged in three rows, each with two diagrams. Each diagram shows a cross-section of a building with wind direction indicated by an arrow and numerical values for wind load coefficients.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Row 1: <math>\alpha \leq 65^\circ</math> and <math>65^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ</math>. Coefficients include <math>-0.2</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>.</li> <li>Row 2: <math>\beta \leq 22^\circ</math> and <math>\beta &gt; 22^\circ</math>. Coefficients include <math>-0.6</math>, <math>-0.1</math>, <math>-0.5</math>, <math>-0.2</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>.</li> <li>Row 3: Three diagrams for various wind directions. Coefficients include <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>, <math>-0.4</math>.</li> </ul>
(2)	GEDUNG TERBUKA SEBELAH	<p>Diagrams for semi-open buildings (GEDUNG TERBUKA SEBELAH) showing wind load coefficients for different roof slopes and wind directions. The diagrams are arranged in two rows, each with two diagrams. Each diagram shows a cross-section of a building with wind direction indicated by an arrow and numerical values for wind load coefficients.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Row 1: <math>\alpha \leq 65^\circ</math> and <math>65^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ</math>. Coefficients include <math>+0.2</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>.</li> <li>Row 2: <math>\alpha \leq 65^\circ</math> and <math>65^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ</math>. Coefficients include <math>+0.2</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>, <math>-0.6</math>.</li> </ul>

(3)	ATAP PELANA BIASA TANPA DINDING (a)		II 
UNTUK $\alpha$ YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER			
	ATAP PELANA TERBALIK TANPA DINDING (a)	I 	II 
UNTUK $\alpha$ YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER			
	ATAP MIRING SEPIHAK TANPA DINDING (b)		
UNTUK $\alpha$ YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER			
(4)	DINDING YANG BERDIRI BEBAS		
(5)	CEROBONG DENGAN PENAMPANG LINGKARAN		
(6)	STRUKTUR RANGKA		

## 2.1.4 Beban Gempa

### 2.1.4.1. Beban Gempa dan Perencanaan Tahan Gempa

Dengan memperhatikan kombinasi pembebanan yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur menurut Pasal 2.1. reduksi beban hidup untuk peninjauan gempa menurut Pasal 2.1.2.5. dan ayat 4 modulus elastisitas struktur yang mengalami perubahan-perubahan bentuk yang bersifat singkat oleh gerakan tanah akibat gempa menurut Pasal 2.1.5.2 ayat 3. maka pengaruh gempa dan perencanaan tahan gempa untuk struktur-struktur gedung di Indonesia harus mengikuti Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung.

### 2.1.5. Beban Khusus

#### 2.1.5.1. Ketentuan Mengenai Beban Khusus

- (1) Setiap struktur dan/atau unsur struktur gedung harus diperiksa terhadap gaya-gaya khusus yang diakibatkan oleh: selisih suhu, pemasangan, penurunan fondasi, susut, rangkai, gaya rem, gaya sentrifugal, gaya dinamik, dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya.
- (2) Pada penambahan dan/atau perubahan gedung juga harus diperiksa gaya-gaya yang timbul akibat dihilangkannya tumpuan-tumpuan, pengaku-pengaku, dan struktur-struktur lain sejenis. Dalam hal ini, harus diadakan tindakan-tindakan untuk mencegah akibat-akibat buruk dari pengaruh-pengaruh khusus tersebut, yang mana harus ditinjau khusus untuk setiap keadaan.

#### 2.1.5.2. Pengaruh Selisih suhu dan gaya dinamik

- (1) Pengaruh-pengaruh khusus pada struktur dan/atau unsur struktur gedung yang diakibatkan oleh selisih suhu udara luar, harus diperhitungkan dengan menganggap kemungkinan naik turunnya suhu sebanyak  $10^{\circ}\text{C}$ .

- (2) Untuk perhitungan pengaruh-pengaruh khusus akibat selisih suhu, jika tidak ditentukan lain, dapat diambil nilai-nilai modulus elastisitas  $E$  dan koefisien pengembangan linier  $\lambda$  sebagai berikut:

Tabel 8.

MODULUS ELASTISITAS DAN KOEFISIEN PENGEMBANGAN

Bahan struktur	$E$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\lambda$
Baja profil	$2,1 \times 10^6$	$12 \times 10^{-6}$
Beton		
Beton bertulang dan beton pratekan	$2,1 \times 10^5$	$10 \times 10^{-6}$
Kayu: sejajar serat	$1 \times 10^5$	$4 \times 10^{-6}$
tegak lurus serat	$1 \times 10^5$	$40 \times 10^{-6}$
Pasangan bata	$0,2 \times 10^5$	$10 \times 10^{-6}$

- (3) Untuk menentukan pengaruh gaya dinamik pada struktur gedung, seperti yang berasal dari mesin-mesin, termasuk juga dari gerakan tanah akibat gempa, yang menyebabkan perubahan-perubahan bentuk struktur yang bersifat singkat, maka khusus untuk struktur beton bertulang dan beton pratekan nilai modulus elastisitasnya harus diambil 1,5 kali dari nilai yang tercantum dalam Tabel 8.

### 2.1.5.3. Pengaruh Khusus Dari Keran

- (1) Pengaruh khusus dari keran yang disebut dalam Pasal 2.1.2.3. terdiri dari gaya rem, gaya sentrifugal dan pengaruh akibat terjepitnya roda-roda.
- (2) Gaya rem terdiri dari:
  - a. Gaya rem memanjang keran-induk; bekerja ho-

risontal memanjang di atas lintasan di tempat masing-masing roda keran-induk yang direm; besarnya harus diambil  $1/7$  dari reaksi maksimum yang terjadi pada masing-masing roda itu. Gaya rem memanjang dapat diambil lebih kecil daripada yang ditentukan di atas, apabila perhitungan ahli dapat membuktikannya.

- b. Gaya rem melintang keran-angkat; bekerja horisontal melintang di atas lintasan keran-induk; gaya rem ini dibagikan kepada roda-roda keran-induk pada masing-masing lintasannya; besarnya pada masing-masing lintasan harus diambil  $1/15$  dari berat keran-angkat berikut beban kerjanya. Gaya rem melintang dapat diambil lebih kecil daripada yang ditentukan di atas, apabila perhitungan ahli dapat membuktikannya.

Gaya rem memanjang dan melintang dianggap tidak bekerja bersamaan.

- (3) Gaya sentrifugal akibat gerakan berkelok (swing motion), yang bekerja horisontal melintang di atas lintasan di tempat masing-masing roda keran-induk, ditentukan dengan mengalikan reaksi maksimum yang terjadi pada masing-masing roda itu, dengan percepatan sentrifugal akibat gerakan berkelok. Untuk keran-keran dengan beban kerja maksimum sampai 10 t, percepatan sentrifugal harus diambil minimum  $0,10 \text{ m/det}^2$ . Untuk keran-keran lainnya dengan kecepatan kelok sampai 120 m/menit, percepatan itu harus diambil  $0,50 \text{ m/det}^2$  dan yang dengan kecepatan kelok lebih 120 m/menit, harus diambil  $0,60 \text{ m/det}^2$ .
- (4) Pengaruh kemungkinan terjepitnya roda-roda keran-induk harus ditinjau dengan menganggap adanya se-pasang gaya melintang yang berlawanan arahnya, masing-masing bekerja di atas lintasan di tempat masing-masing roda keran-induk, dan yang besarnya harus

diambil  $1/10$  dari reaksi maksimum masing-masing roda itu. Gaya ini dianggap tidak bekerja bersamaan dengan gaya rem melintang yang ditentukan dalam ayat (2) atau dengan gaya sentrifugal yang ditentukan dalam ayat (3).

## 2.2. **Beban Batas dan Beban Kerja**

- (1) Apabila kekuatan unsur-unsur struktur gedung direncanakan berdasarkan kekuatan batas, maka beban batas yang ditinjau dalam analisa strukturnya di dapat dengan mengalikan beban-beban rencana menurut peraturan ini dengan faktor (koefisien) beban yang bersangkutan. Apabila kekuatan unsur-unsur struktur gedung tersebut direncanakan berdasarkan tegangan yang diizinkan, maka beban kerja yang ditinjau dalam analisa strukturnya adalah beban-beban rencana menurut peraturan ini. Dalam hal ini, perencanaan struktur harus dilakukan berdasarkan peraturan yang berlaku untuk struktur dari jenis yang dihadapi, seperti struktur beton bertulang berdasarkan Pedoman Beton dan struktur kayu berdasarkan Pedoman Perencanaan Konstruksi Kayu untuk Rumah dan Gedung.
  
- (2) Pada peninjauan beban kerja pada tanah fondasi, maka pada Pembebanan Sementara yang ditentukan dalam Pasal 2.1 ayat (2), daya dukung tanah yang diizinkan dapat dinaikkan seperti menurut Tabel 9. Pada peninjauan beban kerja pada fondasi tiang pancang dan tiang bor, maka pada Pembebanan Sementara yang ditentukan dalam Pasal 2.1 ayat (2), selama tegangan yang diijinkan di dalam tiang memenuhi syarat-syarat yang berlaku untuk bahan tiang yang bersangkutan, daya dukung tiang yang diijinkan dapat dinaikkan sampai 50 prosen.

- (3) Apabila pada Pembebanan Khusus menurut Pasal 2.1. ayat (2) ditinjau gaya-gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, yang sifatnya berulang dengan atau tanpa perubahan tanda, maka untuk memperhitungkan gejala kelelahan dari bahan perlu diadakan penurunan kekuatan batas atau penurunan tegangan yang diijinkan, yang bergantung pada jenis bahan struktur yang bersangkutan.

Tabel 9  
DAYA DUKUNG TANAH FONDASI

Jenis tanah Fondasi	Pembebanan Tetap Daya dukung yang diizinkan (kg/cm <sup>2</sup> )	Pembebanan Sementara Kenaikan daya dukung yang diizinkan (%)
Keras	≥ 5	50
Sedang	2 - 5	30
Lunak	0,5 - 2	0 - 30
Amat lunak	0 - 0,5	0

### 2.3. Kemantapan

Setiap gedung dan bagian-bagiannya harus ditinjau stabilitasnya pada setiap kombinasi pembebanan menurut Pasal 2.1. ayat (2). Faktor keamanan terhadap stabilitas tersebut, seperti terhadap guling, gelincir, dan lain-lain harus sedikit-dikitnya 1,5.