

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Load Resistance Factor Design atau biasa disingkat LRFD yaitu metode desain arsitektur yang mengasumsikan karakteristik beban dan ketahanan material. Rancangan desain tersebut mensyaratkan bahwa tegangan yang timbul pada suatu elemen struktur wajib lebih minimum daripada tegangan ijin. LRFD merupakan persamaan konstanta antara beban Q dan hambatan R_n , misalnya persamaan kebutuhan untuk mencapai keselamatan sebagai berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i$$

Sisi kiri mewakili resistansi (resistensi) komposisi, sisi kanan menggantikan beban yang harus ditanggungnya, dan untuk daya, resistansi desain ditentukan dengan mengalikan nilai resistansi nominal R_n dengan resistansi (daya) faktor ϕ pada sisi beban, pengaruh pembebanan Q_i yang berbeda dikalikan dengan faktor bobot γ_i untuk memperoleh beban efektif semua $\sum \gamma_i Q_i$.

2.2 Struktur Atap Gording

2.2.1 Uraian Umum

Menurut (Wibowo et al., 2016) gording merupakan salah satu bagian terpenting pada struktur atap dan terletak di atasnya. Gording bertugas membawa dari atap. Oleh karena itu, sangat penting untuk memperhatikan pemilihan bahan gording. Gording baja ringan bisa disambung dengan trekstang yang berfungsi untuk mencegah terjadinya masalah pergeseran. Trekstang batang besi sederhana dengan sekrup dan baut di setiap ujungnya yang berfungsi sebagai pengatur jarak antar batang gording. Itu sebabnya trekstang dirancang agar mudah dipindahkan dan dapat dibuat lebih pendek atau lebih panjang tergantung rencana. Oleh karena itu fungsi gording adalah untuk mengikat rusuk-rusuk, dan posisi gorden hendaknya disesuaikan dengan panjang.

2.2.2 Pembebanan Umum

Beban apa saja yang dipikul oleh gording yaitu:

- Beban Mati, meliputi:
 - Berat penutup atap itu
 - Berat atap itu sendiri
 - Berat alat pengikat dan hal lainnya yang diperhitungkan besarnya 10%-15% dari penutup atap ditambah gording
- Beban Hidup, terdiri dari:
 - Beban hidup terurai berupa air hujan, yang besarnya $Q = 40 - (0,8)$ kg/m² dan hanya untuk 50°
 - Beban hidup terpusat, yang berupa beban orang seberat 100 kg pada suatu titik yang menentukan

Dari kedua beban hidup diatas diambil yang paling besar.

Berdasarkan (SNI 1727:2020) adapun Beban hidup yang akan diperlukan terhadap perencanaan bangunan dan konstruksi lainnya mesti sama dengan beban yang diinginkan berdasarkan hunian dan pemanfaatan bangunan tersebut, namun tidak minim dari beban ditetapkan.

Tabel 2. 1 Koefisien tekanan internal berdasarkan SNI 1727-2020

Penggunaan/hunian	Beban psf (kN/m ²)	Terpusat, lb (kN) / ket
Apartemen atau penggunaan penggunaan sistem lantai akses		
Ruang kantor	50 (2,4)	2000 (8,9)
Ruang komputer	100 (4,79)	2000 (8,9)
Ruang pertemuan		
Kursi tetap (terikat dilantai)	60 (2,87)	
Lobi	100 (4,79)	
Kursi dapat dipindahkan	100 (4,79)	
Panggung pertemuan	100 (4,79)	

Lanjutan tabel 2.1

Lantai podium	150 (7,18)	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan		
Koridor	40 (1,92)	300 (1,33)
Lantai pertama	100 (4,79)	
Lantai lain	Sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	
Hunian		
Dudukan mesin elevator (pada area 2 m x 2 in. [50mm x 50 mm])		300 (1,33)
Konstruksi pelat lantai finishing ringan (pada area 1 in x 1 in [25mm x 25mm])	100 (4,79)	200 (0,89)
Jalur penyelamatan saat kebakaran		
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	
Tangga permanen		
Garasi / parkir		
Mobil penumpang saja	40 (1,92)	(lihat pasal 4.10.1)
Truk dan bus		
Pegangan tangga dan pagar pengaman		

Lanjutan tabel 2.1

Batang pegangan		(lihat pasal 4.10.1)
Helipad		
Helikopter dengan berat lepas landas	60 (2,87)	(lihat pasal 4.5.1)
Lebih dari 3.000 lb (13,35 kN)		(lihat pasal 4.5.2)
Rumah sakit		
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang pasien	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Perpustakaan		
Ruang baca	60 (2,87)	1000 (4,45)
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Pabrik		
Ringan	125 (6,00)	
Berat	250 (11,97)	
Gedung perkantoran		
Lobby dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	2000 (8,90)
Kantor	50 (2,4)	3000 (13,35)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	2000 (8,90)
Lembaga hukum		
Blok sel	40 (1,92)	2000 (8,90)
Koridor	100 (4,79)	2000 (8,90)
Tempat rekreasi		
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,59)	
Ruang dansa dan ballromm	100 (4,79)	

Lanjutan tabel 2.1

Gimnasium	100 (4,79)	
Rumah tinggal		
Hunian satu dan dua keluarga	10 (0,48)	
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang		
Loteng yang tidak dapat dihuni dengan gudang	20 (0,96)	
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	30 (1,44)	
Semua ruang kecuali tangga	40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	
Ruang publik	100 (4,79)	
Koridor ruang publik	100 (4,79)	
Atap		
Atap datar, berbubung, dan lengkung	20 (0,96)	
Atap yang digunakan penghuni atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	
Atap vegetatif dan atap lansekap		
Atap bukan untuk hunian		
Atap untuk tempat berkumpul		
Atap untuk penggunaannya lainnya	20 (0,96)	
	100 (4,79)	
<i>Awning</i> dan kanopi	Sama dengan	
Atap konstruksi fabric yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan	penggunaan yang dilayani 5 (0,24)	

Lanjutan tabel 2.1

Rangka penumpu layar peutup Semua konstruksi lainnya Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai tempat bekerja	5 (0,24) Berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka	200 (0,89)
Titik panel tunggal dari kord bawah rangka batang atap atau suatu titil sepanjang komponen struktur utama pendukung atap diatas pabrik, gudang penyimpanan dan pekerjaanya, dan garasi bengkel	20 (0,96)	
Sekolah		
Ruang kelas	40 (1,92)	1000 (4,45)
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	1000 (4,45)
Scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses	100 (3,83)	1000 (4,45)
Jalan di pinggir untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan / jalan untuk truk – truk	250 (11,97)	200 (0,89)
Tangga dan jalur keluar		
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	100 (4,79)	300 (1,33)
Gudang diatas langit – langit	20 (0,96)	300 (1,33)
Gudang penyimpanan dan pekerja		
Ringan	125 (6,00)	
Berat	250 (11,97)	

Toko		
Lantai pertama	100 (4,79)	1000 (4,45)
Lantai di atasnya	75 (3,59)	1000 (4,45)
Grosir disemua lantai	125 (6,00)	1000 (4,45)
Penghalang kendaraan	40 (1,92)	
Susunan jalan dan panggung yang ditinggikan (selain jalan keluar)	60 (2,87)	Lihat pasal 4.5.3
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4,79)	

Tabel 2. 2 Koefisien tekanan internal berdasarkan SNI 1727-2020

Tipe Struktur	Faktor Arah Angin (Kd)
Bangunan Gedung	
Sistem penahan gaya angin utama (SPGAU)	0,85
Komponen dan klading (K & K)	0,85
Atap Lengkung	0,85
Kubah berbentuk kubah	1,0
Cerobong, tangka, dan struktur serupa	
Persegi	0,90
Segi enam	0,95
Segi delapan	1,0
Bundar	1,0
Dinding solid yang berdiri bebas, peralatan bagian atap, dan panel petunjuk solid yang berdiri bebas serta panel petunjuk terikat	0,85
Panel petunjuk terbuka dan rangka terbuka bidang tunggal	0,85
Rangka batang menara	

Segitiga, persegi, atau persegi panjang	0,85
Semua penampang lainnya	0,85
*faktor arah angin $K_d = 0,95$ diizinkan untuk struktur bundar atau struktur segi delapan dengan sistem struktur non-asimetris	

- **Beban Angin**

Beban angin yaitu seluruh beban pada bangunan atau sebagian bangunan akibat adanya tekanan udara. Pada suatu struktur atap, tekanan angin menyebabkan angin ke bawah (downwind) dan pengisapan pasif (downwind) serta tekanan ke atas atau ke bawah pada atap. Sebuah struktur yang perlu meninjau beban angin umumnya memperhatikan parameter beban angin. Parameter tersebut adalah koefisien arah angin, koefisien variasi, faktor topografi, koefisien pengaruh angin, dan koefisien tekanan internal.

1. **Faktor Arah Angin**

Koefisien ini ditetapkan berlandaskan jenis struktur yang dibuat untuk memikul beban angin.

Tabel 2. 3 faktor arah angin (K_d) sesuai SNI 1727:2020 Tabel 26.6-1

tipe struktur	Faktor Arah Angin, K_d
bangunan gedung:	
sistem penahan beban angin utama	0,85
komponen dan klading	0,85
atap lengkung	0,85
Cerobong asap, tangki, dan struktur yang sama	
segi empat	0,95
segi enam	1,0 ^a
Bundar	1,0 ^a
dinding solid berdiri bebas, peralatan atap, panel petunjuk	0,85
solid yang berdiri bebas, dan panel petunjuk terikat	
panel petunjuk terbuka dan rangka terbuka	0,85
rangka batang menara:	

segitiga, segiempat, persegi panjang	0,85
penampang lainnya	0,95

*a Faktor arah angin $K_d = 0,95$ diizinkan untuk struktur bundar atau struktur segi delapan dengan sistem struktur non-asimetris.

2. Kategori Eksposur

Tergantung pada kekasaran permukaan tanah, vegetasi dan struktur konstruksi, area paparan gedung diklasifikasikan menjadi B, C, atau D. Jenis-jenis kekasaran dataran dapat dikasifikasikan pada bagan di bawah ini.

Tabel 2. 4 faktor arah angin (K_d) sesuai SNI 1727:2020

kategori kekasaran permukaan tanah	Area
kekasaran permukaan B	area perkotaan dan pinggir perkotaan, daerah hutan, atau daerah lain dengan penghalang dengan ukuran rumah tinggal atau lebih besar
kekasaran permukaan C	area terbuka dengan penghalang tersebar dengan tinggi yang kurang dari 9,1 m
kekasaran permukaan D	area datar tanpa adanya penghalang dan permukaan air
klasifikasi eksposur	kategori bangunan
eksposur B	bangunan dengan tinggi rata-rata atap kurang dari atau sama dengan 9,1 m dan berada pada kategori kekasaran permukaan B sejauh 457 m dari lokasi bangunan atau bangunan dengan tinggi rata-rata atap lebih dari 9.1 m dan berada pada kategori kekasaran permukaan B sejauh 792 m atau 20 kali tinggi bangunan, yang terbesar dari kedua klasifikasi itu
eksposur C	semua bangunan yang tidak tergolong kategori eksposur B atau D
eksposur D	bangunan yang berada pada kategori kekasaran permukaan D sejauh 1524 m atau 20 kali tinggi bangunan, yang terbesar dari kedua itu atau bangunan yang berada pada kategori kekasaran permukaan B atau C dan berada sejauh 183 m atau 20 kali tinggi bangunan (ambil yang terbesar) dari situs dengan kategori kekasaran permukaan D.

3. Klasifikasi ketertutupan dan tekanan angin

Gedung layak dikelompokkan menjadi tertutup atau terbuka. Gedung terbuka adalah rumah yang seluruh dindingnya terbuka minimal 80%. Bangunan tambahan adalah bangunan yang jumlah bukaan pada dinding yang terkena tekanan luar lebih besar dibandingkan jumlah bukaan pada sisi yang lain. Rumah tertutup adalah rumah yang tidak termasuk rumah terbuka atau rumah semi tertutup.

Tabel 2. 5 koefisien tekanan internal, (GC_{pi}) sesuai SNI 1727:2020

klasifikasi ketertutupan	GC_{pi}
bangunan gedung terbuka	0,00
bangunan gedung tertutup sebagian	+0,55 -0,55
bangunan gedung tertutup	+0,18 -0,18

Untuk bangunan kaku tertutup ataupun tertutup beberapa:

$$P = qGC_p - q_i(GC_{pi}) \left(\frac{N}{m^2} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Untuk gedung tertutup ataupun yang fleksibel tertutup beberapa:

$$p = qG_f C_p - q_i(GC_{pi}) \left(\frac{N}{m^2} \right) \dots \dots \dots (2.3)$$

Untuk gedung terbuka:

$$p = q_h GC_n \left(\frac{N}{m^2} \right) \dots \dots \dots (2.4)$$

keterangan:

q = q_z dinding disisi angin datang serta q_h untuk dinding disisi angin pergi

q_i = q_z sisi angin datang, dinding samping, dinding sisi angin pergi, serta atap

q_i = q_z evaluasi tekanan internal positif terhadap bangunan gedung tertutup

G = faktor hembusan pada angin

C_p = koef tekanan eksternal

G_{cpi} = koef tekanan eksternal

4. Koefisien eksposur tekanan velositas

Koef tekanan kecepatan K_z yaitu peranan di ketinggian dasar yang diperlukan. K_z difungsikan untuk sisi intake. K_h difungsikan untuk atap, dinding samping serta eksterior. Nilai koefisien tekanan dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$K_z = 2,01 \left(\frac{z}{Z_G} \right)^{\frac{2}{\alpha}} ; 4,6 m \leq z \leq Z_g \dots \dots \dots (2.5)$$

$$K_z = 2,01 \left(\frac{z}{Z_G} \right)^{\frac{2}{\alpha}} ; z < 4,6 m \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

m = nilai koefisien berdasarkan tinggi bangunan

k_z = koefisien eksposur tekanan kecepatan

z_g = elevasi tanah diatas permukaan laut

z = tinggi bangunan

5. Beban angin desain minimum. (SNI 1727:2020 - 27.1.5)

Beban angin dimanfaatkan dalam metode SPGAU untuk gedung tertutup maupun semi tertutup tidak diperbolehkan kurang dari 16 pon per kaki persegi (0,77 kN/m²) dikalikan bersama dengan luasan dinding pada gedung serta 8 pon per kaki persegi (0,38 lN) dari luas pada atap gedung yang dikasih tanda terhadap bidang yang tegak lurus dengan arah angin horizontal.

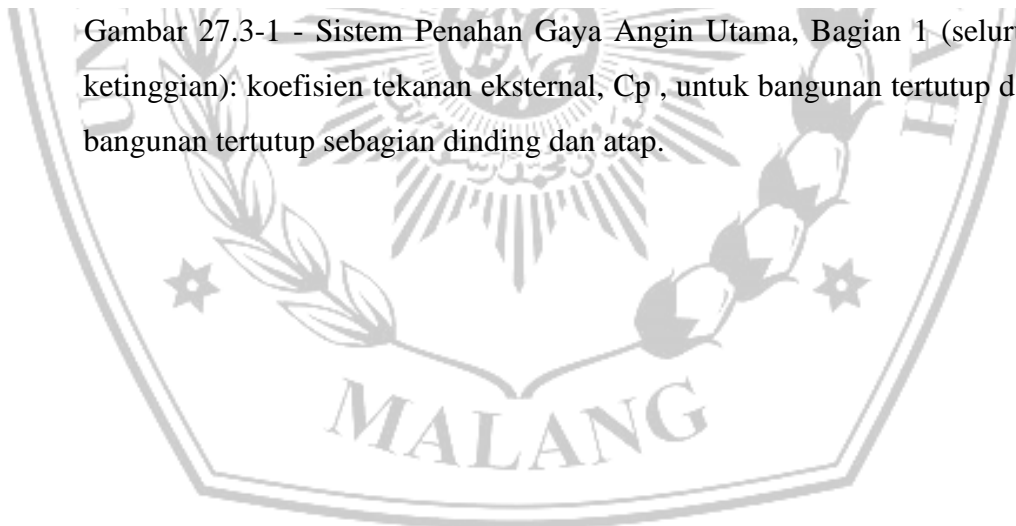
Beban dinding dan langit-langit wajib ditetapkan bersama-sama. Beban angin rencana untuk bangunan terbuka tidak boleh minim dari 16 pon per kaki persegi (0,77 kN/m²) dikali luas A_f .

6. Langkah-langkah penentuan beban angin.

Tabel 27.2-1 - Langkah-langkah untuk menentukan **beban angin** SPGAU untuk bangunan gedung tertutup, tertutup sebagian, dan terbuka dari semua ketinggian

<p>Langkah 1: Tentukan Kategori Risiko bangunan gedung; lihat Tabel 1.5-1</p> <p>Langkah 2: Tentukan kecepatan angin dasar, V, untuk kategori risiko yang sesuai yang berlaku; lihat Buku Peta Angin Indonesia.</p> <p>Langkah 3: Tentukan parameter beban angin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faktor arah angin, K_d; lihat Pasal 26.6 dan Tabel 26.6-1. - Kategori eksposur; lihat Pasal 26.7. - Faktor topografi, K_{zt}; lihat Pasal 26.8 dan Tabel 26.8-1. - Faktor elevasi permukaan tanah, K_e; Lihat Pasal 26.9 - Faktor efek hembusan angin, G, atau G_f; lihat Pasal 26.11 - Klasifikasi ketertutupan; lihat Pasal 26.12 - Koefisien tekanan internal, (GC_p); lihat Pasal 26.13 dan Tabel 26.13-1 <p>Langkah 4: Tentukan koefisien eksposur tekanan velositas, K_z atau K_h; lihat Tabel 26.10.1</p> <p>Langkah 5: Tentukan tekanan velositas q_z, atau q_h Persamaan (26.10-1)</p> <p>Langkah 6: Tentukan koefisien tekanan eksternal, C_p atau C_N</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gambar 27.3-1 untuk dinding dan atap rata, pelana, perisai, miring sepihak atau <i>mansard</i> - Gambar 27.3-2 untuk atap kubah - Gambar 27.3-3 untuk atap lengkung - Gambar 27.3.4 untuk atap miring sepihak, bangunan gedung terbuka - Gambar 27.3-5 untuk atap berbubung, bangunan gedung terbuka - Gambar 27.3.6 untuk atap cekung, bangunan gedung terbuka - Gambar 27.3-7 untuk beban angin sepanjang bubungan kasus untuk atap miring sepihak, berbubung, atau cekung, bangunan gedung terbuka <p>Langkah 7: Hitung tekanan angin, p, pada setiap permukaan bangunan gedung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Persamaan (27.3-1) untuk bangunan gedung kaku dan fleksibel - Persamaan (27.3-2) untuk bangunan gedung terbuka
--

Gambar 27.3-1 - Sistem Penahan Gaya Angin Utama, Bagian 1 (seluruh ketinggian): koefisien tekanan eksternal, C_p , untuk bangunan tertutup dan bangunan tertutup sebagian dinding dan atap.



Koefisien tekanan dinding, C_p			
Permukaan	L/B	C_p	Digunakan dengan
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
	0 – 1	-0,5	q_h
Dinding di sisi angin pergi	2	-0,3	q_h
	≥ 4	-0,2	q_h
Dinding tepi	Seluruh nilai	-0,7	q_h

Koefisien tekanan atap, C_p , untuk digunakan dengan q_h													
Arah Angin	h/L	Di sisi angin datang								Di sisi angin pergi			
		Sudut, θ (derajat)								Sudut, θ (derajat)			
		10	15	20	25	30	35	45	$\geq 60^c$	10	15	≥ 20	
Tegak lurus terhadap bubungan untuk $\theta \geq 10^b$	$\leq 0,25$	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	0,0 ^a	0,4	0,4	0,01 θ	-0,3	-0,5	-0,6
	0,5	-0,9	-0,7	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	0,0 ^a	0,4	0,01 θ	-0,5	-0,5	-0,6
	$\geq 1,0$	-0,18	-0,18	-0,18	0,0 ^a	0,2	0,2	0,4	0,4	0,01 θ	-0,7	-0,6	-0,6
Arah Angin	h/L	Jarak horizontal dari tepi sisi angin datang		C_p									
Tegak lurus terhadap bubungan untuk $\theta < 10^b$ sejajar bubungan untuk semua θ	$\leq 0,5$	0 sampai dengan $h/2$		-0,9, -0,18									
		$h/2$ sampai dengan h		-0,9, -0,18									
		h sampai dengan $2h$		-0,5, -0,18									
		$> 2h$		-0,3, -0,18									
	$\geq 1,0$	0 sampai dengan $h/2$		-1,3 ^b , -0,18									
		$> h/2$		-0,7, -0,18									

^aNilai disediakan untuk keperluan interpolasi.
^bNilai dapat direduksi secara linier dengan luas yang sesuai berikut ini:
^cUntuk kemiringan atap lebih besar dari 80°, gunakan $C_p = 0,8$

Luas (ft ²)	Luas (m ²)	Faktor Reduksi
≤ 100	$\leq 9,3$	1,0
250	23,2	0,9
≥ 1000	$\geq 92,9$	0,8

Catatan:

- Tanda positif dan negatif menandakan tekanan yang bekerja menuju dan menjauhi permukaan.
- Diperkenankan interpolasi linier untuk nilai L/B , h/L dan θ selain dari yang diperlihatkan. Interpolasi hanya boleh dilakukan di antara nilai-nilai dengan tanda yang sama. Apabila nilai tidak memiliki tanda yang sama, asumsikan 0,0 untuk kegunaan interpolasi.
- Apabila tercantum dua nilai C_p , ini menunjukkan bahwa kemiringan atap di sisi angin datang mengalami salah satu tekanan angin positif atau negatif dan struktur atap harus didesain untuk kedua kondisi tersebut. Interpolasi untuk rasio h/L di dalam hal ini hanya boleh dilakukan di antara nilai-nilai C_p dari tanda yang sama.
- Untuk atap miring sepihak, seluruh permukaan atap merupakan permukaan di sisi angin datang atau di sisi angin pergi.
- Rujuk ke Gambar 27.3-2 untuk atap kubah dan Gambar 27.3-3 untuk atap lengkung.
- Untuk atap mansard, permukaan horizontal dan permukaan di sisi angin pergi harus diberlakukan sebagai permukaan di sisi angin pergi dari tabel.
- Kecuali untuk SPGAU pada atap yang terdiri dari rangka penahan momen, total gaya geser horizontal tidak boleh kurang dari yang ditentukan dengan mengabaikan gaya angin pada permukaan atap.

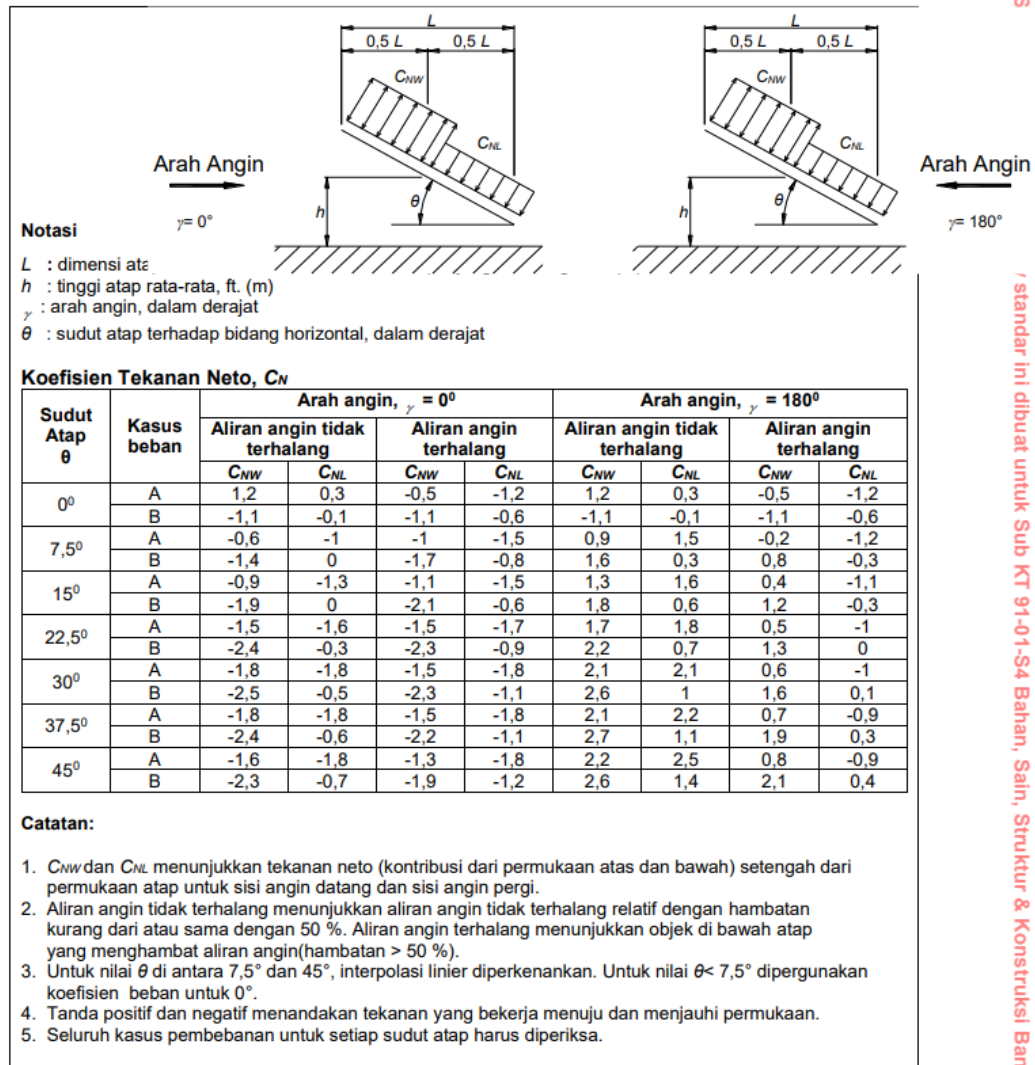
Koefisien Tekanan Eksternal, C_p

Kondisi	Rasio tinggi terhadap bentang, r	C_p		
		Di seperempat sisi angin datang	Pusat setengah	Di seperempat sisi angin pergi
Atap pada struktur terelevasi	$0 < r < 0,2$	-0,9	-0,7 - r	-0,5
	$0,2 \leq r < 0,3^*$	$1,5r - 0,3$	-0,7 - r	-0,5
	$0,3 \leq r \leq 0,6$	$2,75r - 0,7$	-0,7 - r	-0,5
Atap yang berada di permukaan tanah	$0 < r \leq 0,6$	$1,4r$	-0,7 - r	-0,5

* Apabila rasio tinggi-terhadap-bentang adalah $0,2 \leq r \leq 0,3$, koefisien alternatif sebesar $(6r - 2,1)$ harus digunakan untuk di seperempat sisi angin datang.

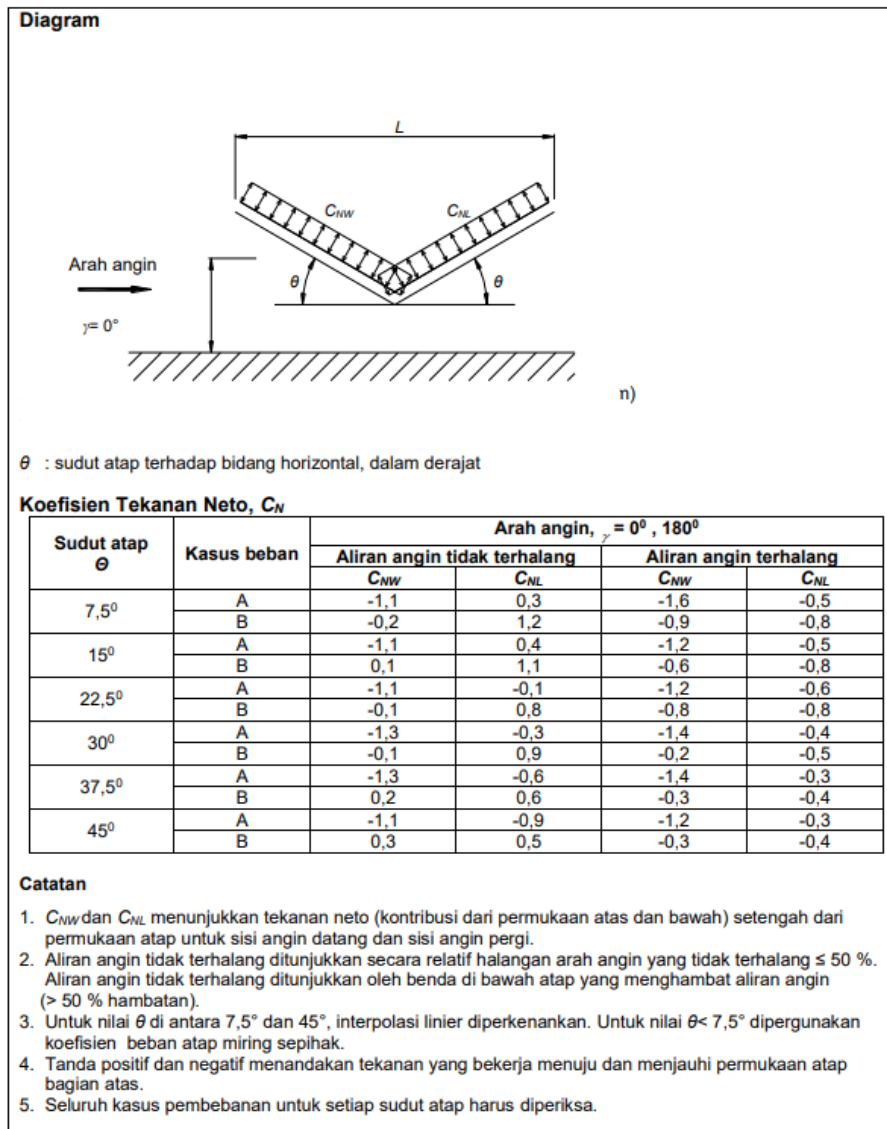
Catatan:

- Nilai yang tercantum adalah untuk menentukan beban rata-rata pada sistem penahan gaya angin utama.
- Tanda positif dan negatif menandakan tekanan yang bekerja menuju dan menjauhi permukaan.
- Untuk arah angin paralel terhadap sumbu kelengkungan atap, gunakan koefisien tekanan dari Gambar 27.3-1 dengan arah angin paralel terhadap puncak.
- Untuk komponen dan klading gedung: (1) Pada perimeter atap, gunakan koefisien tekanan eksternal dalam Gambar 30.3-2A, B dan C dengan θ berdasarkan kemiringan garis dasar dan (2) untuk luas atap sisanya, gunakan koefisien tekanan eksternal dari tabel ini dikalikan dengan 1,2.



S
standar ini dibuat untuk Sub KT 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur & Konstruksi Bangi

Gambar 27.3-3 - Sistem Penahan Gaya Angin Utama dan Komponen dan Klading, Bagian 1 (semua ketinggian): koefisien tekanan eksternal, C_p , untuk bangunan gedung dan struktur tertutup dan tertutup sebagian atap lengkung.



Gambar 27.3-6 - Sistem Penahan Gaya Angin Utama, Bagian 1 ($0,25 \leq h/L \leq 1,0$): koefisien tekanan neto, C_N , untuk bangunan gedung terbuka dengan atap pelana terbalik tanpa dinding, $\theta \leq 45^\circ$, $\gamma = 0^\circ, 180^\circ$

28.2 Persyaratan umum

Langkah-langkah yang diperlukan untuk menentukan beban angin SPGAU pada bangunan gedung bertingkat-rendah yang ditunjukkan dalam Tabel 28.2-1.

Tabel 28.2-1 - Langkah-langkah menentukan beban angin pada SPGAU bangunan gedung bertingkat rendah

<p>Langkah 1: Tentukan kategori risiko bangunan gedung, lihat Tabel 1.5-1.</p> <p>Langkah 2: Tentukan kecepatan angin dasar, V, untuk kategori risiko yang sesuai; lihat Buku Peta Angin Indonesia.</p> <p>Langkah 3: Tentukan parameter beban angin:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faktor arah angin, K_d, lihat Pasal 26.6 dan Tabel 26.6-1. - Kategori eksposur B, C atau D; lihat Pasal 26.7. - Faktor topografi, K_{zt}; lihat Pasal 26.8 dan Gambar 26.8-1. - Faktor elevasi permukaan tanah, K_e; lihat Pasal 26.9 dan Tabel 26.9-1. - Klasifikasi ketertutupan, lihat Pasal 26.12. - Koefisien tekanan internal, (GC_{pi}); lihat Pasal 26.13 dan Tabel 26.13-1. <p>Langkah 4: Tentukan koefisien eksposur tekanan velositas, K_z atau K_h, lihat Tabel 26.10-1.</p> <p>Langkah 5: Tentukan tekanan velositas, q_z atau q_h, Persamaan 26.10-1.</p> <p>Langkah 6: Tentukan koefisien tekanan eksternal, (GC_{pe}), dengan menggunakan Gambar 28.3-1 untuk atap datar dan pelana.</p>
<p>Catatan: Lihat Penjelasan Gambar C28.3-2 untuk panduan pada atap perisai.</p>
<p>Langkah 7: Hitung tekanan angin, p, dari Persamaan 28.3-1</p>

28.2.1 Parameter beban angin yang ditetapkan dalam Pasal 26

Parameter beban angin yang berikut harus ditentukan menurut Pasal 26:

- Kecepatan angin dasar V (Pasal 26.5).
- Faktor arah angin K_d (Pasal 26.6).
- Kategori eksposur (Pasal 26.7).
- Faktor topografi K_{zt} (Pasal 26.8).
- Faktor elevasi permukaan tanah, K_e (Pasal 26.9).
- Koefisien eksposur tekanan velositas, K_z atau K_h (Pasal 26.10).
- Klasifikasi ketertutupan (Pasal 26.12).
- Koefisien tekanan internal (GC_{pi}) (Pasal 26.13).

28.3 Beban angin: Sistem Penahan Gaya Angin Utama

28.3.1 Tekanan angin desain untuk bangunan gedung bertingkat rendah

Tekanan angin desain untuk SPGAU bangunan bertingkat rendah harus ditentukan oleh persamaan berikut:

$$p = q_h[(GC_{pe}) - (GC_{pi})] \text{ (lb/ft}^2\text{)} \quad (28.3-1)$$

$$p = q_h[(GC_{pe}) - (GC_{pi})] \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (28.3-1.si)$$

2.2.3 Dasar Perhitungan

Dengan adanya momen arah sumbu x (M_x), maka komponen lentur ini wajib diprogram untuk memenuhi kondisi berikut:

$$M_u \leq \phi M_n$$

Dimana:

M_u = Momen lentur berfaktor

ϕ = Faktor reduksi = 0,9

M_n = Kuat nominal dari momen lentur penampang

Lendutan yang dihasilkan merupakan kombinasi dari lendutan terhadap sumbu x dan y. Selain itu, defleksi yang terjadi tidak boleh melebihi defleksi yang diijinkan:

$$\bar{f}_{ijin} = \frac{L}{1}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq \bar{f}_{ijin}$$

Dimana:

\bar{f}_{ijin} = Lendutan yang diijinkan

f_x = Lendutan yang terjadi terhadap sumbu x

f_y = lendutan yang terjadi terhadap sumbu y

L = Panjang bentang (cm)

2.3 Struktur Rangka Atap

2.3.1 Uraian Umum

Menurut (Susandra sandra, Heni Astiyani, Agung Kristiawan, 2020) Atap merupakan penutup rumah dan melindungi semua yang ada di dalam rumah mulai dari hujan, salju, dan faktor lingkungan lainnya. Atap juga berfungsi sebagai “mahkota” rumah sebagai pelindung sehingga meningkatkan nilai estetika bangunan.

Memilih dan memasang air mancur atap, Anda perlu memperhatikan beberapa poin dalam proses, yaitu:

1. Struktur atap harus cukup kuat untuk menopang beratnya sendiri serta menahan tekanan dan angin.
2. Pemilihan bentuk atap hendaknya disesuaikan dengan desain bangunan dan perabotan ruang tamu..
3. Atap sebaiknya mempunyai lapisan pelindung agar tidak mudah diserbuki dan diserang rayap.
4. Bahan atap harus tahan cuaca.
5. Kemiringan atap hendaknya disesuaikan dengan jenis bahan atap.
6. Atap harus sesuai dengan bentuk bangunan dan mempunyai kemiringan yang benar.

2.4 Gaya yang Bekerja pada Atap

2.4.1 Perencanaan Batang Tarik

Kekuatan suatu batang tarik dapat diketahui menurut keadaan batas yang menentukan. Kondisi batas gaya yang berhubungan dengan elemen tarik adalah:

- Kapasitas aliran untuk seluruh penampang poros pada titik-titik yang menjauhi titik sambungan.
- Retakan dari ruang jaringan efektif dalam sambungan.

Pada LRFD memberikan persyaratan umum perencanaan batang tarik, yaitu:

$$\phi_t T_n \geq T_u$$

Dimana:

$$\phi_t T_n = \phi_t * f_y * A_g = 0,09 * f_y * A_g \text{ (pada penampang bruto)}$$

$$\phi_t T_n = \phi_t * f_u * A_e = 0,09 * f_u * A_e \text{ (pada penampang bersih)}$$

$$A_g = \text{Luas penampang bruto}$$

$$A_e = \text{Luas bersih efektif} = U * A_n$$

$$U = \text{Faktor efisiensi}$$

$$f_u = \text{Kuat tarik}$$

2.4.2 Perencanaan Batang Tekan

Pada perencanaan batang tekan, LRFD mempunyai syarat bahwa kuat tekan nominal batang tekan harus lebih besar dari beban layan berfaktor:

$$\phi_c P_n \geq P_u$$

$$\phi_c P_n \geq P_u = \phi_t * P_{cr} * A_e$$

Dimana:

P_n = Beban layer berfaktor

P_u = Kuat tekan nominal

A_g = Luas Bruto

ϕ_c = Faktor reduksi untuk batang tekan = 0,85

P_{cr} = Kuat tekan kritis

2.5 Sambungan

Yang perlu diperhatikan dalam sambungan antara lain:

✓ Pertemuan

Bagian yang menawarkan tipe berdasarkan batasan harus dibuat sehingga sumbu netralnya berpotongan pada satu titik. Jika terjadi eksentrisitas pada saat penyambungan komponen, maka sambungan harus mampu menahan momen tersebut.

✓ Pemilihan alat pengencang

Jika sambungan goyah, bergetar, atau tergelincir, gunakan sambungan gesek yang berulir atau dilas.

Adapun beberapa jenis tipe sambungan, diantaranya:

2.5.1 Sambungan Baut

Sambungan baut terdapat dua jenis tipe yaitu:

1. Sambungan tipe tumpu adalah sambungan yang terbuat dari tenunan tangan atau kulit berkualitas tinggi yang diikat untuk memberikan kekuatan minimum yang diperlukan, kekuatan tersebut dirancang untuk menopang gaya geser baut dan menahan.
2. Sambungan gesekan ialah sambungan yang terbuat dari ulir berkualitas bagus, dieratkan untuk menghasilkan gaya tarik rendah yang diperlukan pada ulir, dan gesekan yang tercipta antara penjepit dan permukaan kontak untuk mencapai efek yang diinginkan.

Kekuatan baut dalam memikul gaya terfaktor, R_n harus memenuhi;

$$R_n \leq \phi R_n$$

Dimana:

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

R_n = Kuat nominal baut

✓ Kuat Baut dalam Geser

Kuat geser rencana satu baut direncanakan;

$$V_d = n \phi f V_n = n \phi f r_1 f_u^b A_b$$

Dimana:

A_b = Luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

F_u^b = Tegangan tarik putus baut

r_1 = 0,5 untuk baut tidak berulir pada bidang geser

r_1 = 0,4 untuk baut yang diulir ke permukaan geser

ϕf = 0,75 faktor reduksi kekuatan patah

n = jumlah bidang geser

✓ Kuat Tarik Rencana Baut

Kuat tarik rencana satu baut dapat dihitung dengan:

$$T_d = \varphi f T_u = \varphi f 0,75 f_u^b A_b$$

Dimana:

f_u^b = Tegangan tarik baut

A_b = Total luas bruto penampang baut di area yang tidak berulir

φf = 0,75 faktor pengurangan kekuatan untuk fraktur

✓ Kuat Tumpu Baut

Tumpuan struktur sekrup yang dipasang 1,5 kali diameter pada lubang mulai melalui tepi yang terdekat plat searah dengan gaya, serta jarak antar sekrup sama dengan 3 kali diameter lubang, diperkirakan menggunakan rumus:

$$R_d = \varphi f R_n = 2,4 \varphi f d_b t_p f_u$$

Dimana:

f_u = Tegangan tarik putus dari baut atau pelat

D_b = Diameter baut nominal pada daerah tak berulir

T_p = Tebal pelat

φf = 0,75 faktor pengurangan kekuatan untuk fraktur

✓ Sambungan yang Memikul Beban Kejut, Getar dan Tidak Slip

Gunakan sambungan pengunci gesekan dengan sekrup berkualitas tinggi untuk sambungan yang dapat menahan beban kejut dan getaran, atau yang tidak boleh tergelincir. Dimana satu baut direncanakan untuk dapat memikul kuat geser sebesar:

$$V_d = \varphi V_u = 1,13 \varphi \mu m t_b$$

Dimana:

μ = Koefisien gesek = 0,75

m = Jumlah bidang geser

t_b = Gaya tarik minimum baut

φ = 0,1

Satu baut yang memikul gaya geser terfaktor, V_u dalam permukaan friksi harus memenuhi persyaratan:

$$V_u \leq V_d \leq \varphi V_u$$

Dimana:

V_u = Beban geser berfaktor

V_d = Kuat geser rencana

2.5.2 Sambungan Las

Menurut (MariaCairoli, 2018) sambungan las adalah jenis sambungan material atau pelat yang digunakan dalam proses pengelasan untuk mencapai penetrasi dan hasil sambungan yang maksimal. Ada banyak jenis sambungan las dan ini adalah jenis sambungan utama: sambungan butt, sambungan fillet (T-joint), sambungan sudut, sambungan pangkuan, dan sambungan paralel (sebelumnya sambungan tepi).

1 PENDAHULUAN

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan bahan logam yang menghasilkan peleburan bahan dengan memanaskannya hingga suhu yang tepat dengan atau tanpa pemberian tekanan dan dengan atau tanpa pemakaian bahan pengisi. Meskipun pengetahuan tentang las sudah ada sejak beberapa ribu tahun silam, namun pemakaian las dalam bidang konstruksi dapat terbilang masih baru, hal ini antara lain disebabkan pemikiran para ahli mengenai beberapa kerugian las yaitu bahwa las dapat mengurangi tahanan leleh bahan (*fatigue strength*) dibandingkan paku keling dan mereka juga berpendapat bahwa tidak mungkin untuk memastikan kualitas las yang baik.

Melalui banyak penelitian tentang las, belakangan las mulai banyak digunakan dalam bidang konstruksi. Hal ini antara lain karena proses penyambungan dengan las memberikan beberapa keuntungan, yakni:

1. dari segi ekonomi, harga konstruksi dengan menggunakan las lebih murah dibandingkan dengan pemakaian baut atau keling, hal ini dikarenakan pemakaian pelat-pelat sambungan maupun pelat buhul dapat dikurangi. Pada konstruksi rangka jembatan bahkan dapat mengurangi berat baja hingga 15% jika dipakai sambungan las
2. pada beberapa jenis elemen struktur tertentu, tidak mungkin memakai baut atau keling untuk menyambungannya, seperti contoh adalah proses penyambungan kolom bundar, tentu lebih memungkinkan untuk memakai las
3. struktur yang disambung dengan las akan lebih kaku daripada baut/keeling
4. komponen struktur dapat tersambung secara kontinu
5. mudah untuk membuat perubahan desain dalam struktur
6. tingkat kebisingan dalam pekerjaan las lebih rendah daripada baut/keeling

Gambar 2. 1 Sambungan las (agus setiawan 2008 – hal. 137)

Tabel 2. 6 Ukuran Minimum Las Sudut

Ketebalan Material dari Bagian Paling Tipis yang Tersambung, in. (mm)	Ukuran Minimum Las Sudut, ^[a] in. (mm)
Sampai dengan ¼ (6)	1/8 (3)
Lebih besar dari ¼ (6) sampai dengan ½ (13)	3/16 (5)
Lebih besar dari ½ (13) sampai dengan ¾ (19)	¼ (6)
Lebih besar dari ¾ (19)	5/16 (8)

^[a] Dimensi kaki las sudut. Las pas tunggal harus digunakan.
Catatan: Lihat Pasal J2.2b untuk ukuran maksimum las sudut.

Kekuatan per satuan panjang sambungan las sudut dihitung berdasarkan kekuatan las minimum dan kekuatan logam dasar yang disambung.

$$R_u \leq \phi R_n$$

Dimana:

$$\phi_f R_{\min} = 0,75 \text{ te}0,6 (f_u W), \text{ untuk las}$$

$$\phi_f R_{\min} = 0,75 \text{ te}0,6 (f_u), \text{ untuk bahan dasar}$$

Keterangan:

F_uW	= tegangan tarik putus logam las, Mpa
F_u	= tegangan tarik putus bahan dasar, Mpa
T_e	= tebal efektif las, (mm)
φ_f	= faktor reduksi sebesar 0,75

2.5.3 Sambungan Titik Timbul

Sambungan yang digunakan pada titik simpul rangka atap space frame yang menghubungkan antara batang profil pipa yang satu dengan yang lain adalah ball joint (bola baja). Pada ball joint (bola baja) yang digunakan dalam tugas akhir ini, maksimum mempunyai delapan belas buah lubang, jadi satu titik simpulnya maksimum dapat menghubungkan delapan belas buah batang.

Diameter ball joint dengan menggunakan MERO sistem di hitung menggunakan persamaan :

$$D1 \geq \sqrt{\left(\frac{d1}{s1} + d1 \tan \theta + 2\varepsilon l\right)^2 + (\mu 1)^2}$$

Bagaimanapun, untuk memenuhi persyaratan dari sambungan antar frame, diameter harus memenuhi persyaratan:

$$D2 \geq \sqrt{\left(\frac{\mu 1}{s1} + \mu 1 \tan \theta\right)^2 + (\mu 1)^2}$$

Dimana:

D = Diameter dari bola baja (mm)

θ = besar sudut terkecil yang terbentuk dari 2 baut

$d1, d2$ = diameter baut 1 dan baut 2 (mm)

ε, μ = di tentukan dari nilai kekuatan tarik dan tekan baut

ε = 1,1

μ = 1,8

2.6 Struktur Berongga

Struktur berongga, yang disebut bagian struktur berongga (HSS), tersedia dalam berbagai bentuk:

1. Profil Circular Hollow Section (CHS)
2. Profil Rectangular Hollow Section (RHS)
3. Profil Square Hollow Section (SHS)

2.7 Perencanaan terhadap Struktur Atap

Kerangka perencanaan bangunan adalah pemilihan dan penempatan komponen sehingga muatan dapat ditampung dengan aman dan perpindahan yang dihasilkan berada dalam batas yang dipersyaratkan.

Metode rancangan struktur berulang dapat dilakukan dengan cara berikut:

1. Perancangan. Penetapan fungsi dari struktur
2. Penentuan konfigurasi struktur awal (preliminary) sesuai dengan langkah 1 termasuk pemilihan jenis material yang akan digunakan
3. Penetapan beban kerja struktur
4. Pra-pemilihan bentuk dan ukuran elemen struktur setelah langkah 1, 2, dan 3
5. Analisa struktur. Untuk memperoleh gaya-gaya dalam dan perpindahan elemen
6. Evaluasi. Apakah desain sudah seoptimal yang diharapkan?
7. Jika belum sesuai perencanaan ulang langkah 1 hingga 6
8. Rencana akhir, apakah langkah 1 sampai 7 sudah memberikan hasil terbaik?