

## Lampiran 5.

### Contoh Perhitungan Untuk Menentukan Intensitas Pemanfaatan Ruang

#### I. Penentuan KDB (Koefisien Dasar Bangunan)

KDB adalah perbandingan antara luas bangunan dengan luas lahan. Nilai KDB di suatu kawasan menentukan berapa persen luas bangunan di suatu kawasan yang boleh dibangun. Penentuan KDB ditinjau dari aspek lingkungan dengan tujuan untuk mengendalikan luas bangunan di suatu lahan pada batas-batas tertentu sehingga tidak mengganggu penyerapan air hujan ke tanah. Nilai KDB dapat dihitung melalui debit infiltrasi air pada suatu daerah sebagai berikut:

$$KDB = ((A - OS))/A \times 100\%$$

dimana :

$$OS = I_{inf}/Q_{inf}$$

OS = luas kawasan yang harus dilestarikan

$I_{inf}$  = intensitas infiltrasi (l/detik)

Lalu debit dan intensitas infiltrasi air adalah:

$$Q_{inf} = C \times I \times A$$

$Q_{inf}$  = debit infiltrasi air (l/detik)

C = koefisien infiltrasi

I = intensitas infiltrasi minimum (l/detik)

A = luas lahan (ha/m<sup>2</sup>)

dan

$$I_{inf} = S \times A$$

$I_{inf}$  = intensitas infiltrasi (l/detik)

S = koefisien penyimpanan

A = luas lahan (ha/m<sup>2</sup>)

Koefisien infiltrasi (C) tergantung dari jenis bidang yang menutupi di atasnya, apakah itu dari bahan kedap air ataupun dari rumput masing-masing mempunyai koefisien tertentu seperti pada tabel berikut:

No	Daerah Tangkapan	Kemiringan Tanah		
		0-5 %	5-10 %	10-30%
1	Sedikit tanah terbuka, sedikit penghijauan, infiltrasinya sedikit	1,8	1,9	2,2
2	Cukup tanah terbuka, 50% penghijauan, infiltrasinya sedang	1,2	1,4	1,7
3	Daerah terbuka, penghijauannya banyak/padat, infiltrasinya tinggi	0,8	1,0	1,2

Sumber: Stern, 1979 dalam Suwandono, 1988

#### Contoh:

Diketahui di suatu daerah:

**Luas area**

: 3,2975 ha = 32975 m<sup>2</sup>

**Intensitas infiltrasi (I)**

: 1101 mm/166 hari (ada tabelnya)

**Koefisien infiltrasi (C)**

: 1,8 (pada kemiringan 0-5%)

**Koefisien penyimpanan air (S)**

: 0,0018 berdasarkan hasil pemboran setempat

(Setiap pengambilan 0,18 m<sup>3</sup> terjadi penurunan sebanyak 1 m/100 m<sup>2</sup>)

Maka untuk 3.2975 ha dapat diambil air tanahnya sebanyak:

$$\begin{aligned} I_{inf} &= S \times A \\ &= 0.0018 \times 32975 \text{ l/menit} \\ &= 59,35 \text{ l/menit} \\ &= 0,98 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{inf} &= C.I.A \\ &= 1,8 \times (6,67 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{detik}) \times (32975 \text{ m}^2) \\ &= 0,0045564 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 4,5564 \text{ l/detik} \end{aligned}$$

Debit infiltrasi untuk luas 1 ha:

$$\begin{aligned} Q_{1ha} &= (Q_{inf} / A) \\ &= \frac{4,5564 \text{ l/detik}}{3,2975} \\ &= 1,38 \text{ l/detik/ha} \end{aligned}$$

Sehingga untuk kebutuhan 0,98 l/detik pada luas 3,2975 ha, luas daerah yang harus dilestarikan:

$$\begin{aligned} OS &= \frac{(0,98 \text{ l/detik})}{1,38 \text{ l/detik/ha}} \\ &= 0,7168 \text{ ha} \end{aligned}$$

Luas KDB maksimum:

$$\begin{aligned} \text{KDB Maksimum} &= \frac{(A-OS)}{A} \times 100\% \\ &= (2.5807/3.2975) \times 100\% \\ &= 78\% \end{aligned}$$

## II. Penentuan Tinggi Bangunan

Tinggi bangunan adalah tinggi suatu bangunan atau bagian bangunan, yang diukur dari rata-rata permukaan tanah sampai setengah ketinggian atap miring atau sampai puncak dinding atau parapet, dipilih yang tertinggi. Jarak bangunan adalah jarak yang terkecil, diukur di antara permukaan-permukaan denah dari bangunan-bangunan atau jarak antara dinding terluar yang berhadapan antara dua bangunan.

**Tabel L5-1**  
**Persyaratan Ukuran Tinggi dan Jarak Bangunan**

Tinggi Bangunan (m)	Jarak Bangunan (m)
0 s/d 8	3
8 sd 14	3-6
14 sd 40	6-8
>40	>8

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 1987

Dalam menentukan tinggi bangunan dapat dilihat dari berbagai kriteria yang dapat diukur sebagai berikut:

$$Y = f (X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$$

dimana:

Y = Tinggi bangunan

X1 s/d Xn= Kriteria/pertimbangan yang menentukan tinggi bangunan

- X1 = Pertimbangan jalur pesawat terbang.
- X2 = Pertimbangan terhadap bahaya kebakaran.
- X3 = Pertimbangan optimum harga
- X4 = Pertimbangan terhadap FAR/FSI dan LUI
- X5 = Pertimbangan terhadap SEP dan ALO
- X6 = Pertimbangan terhadap angin
- X7 = Pertimbangan terhadap daya dukung tanah.
- X8 = Pertimbangan terhadap gempa

**a. X1 = Pertimbangan Jalur Pesawat Terbang**

Pada kriteria ini yang diperhatikan adalah *peil* ketinggian tempat yang akan diukur dan kedudukan tempat tersebut pada area jalur terbang pesawat. Ketinggian maksimum yang diperbolehkan sebagai berikut:

$$T_m = T_{m1} \pm St$$

dimana:

**T<sub>m</sub>** = Tinggi maksimum yang diijinkan

**T<sub>m1</sub>** = Tinggi maksimum yang diijinkan berdasarkan standar

Daerah pendekatan 1 : 0 m – 151.5 m

Daerah pendekatan 2 : 151.5 m

Daerah keliling 1: 45.5 m

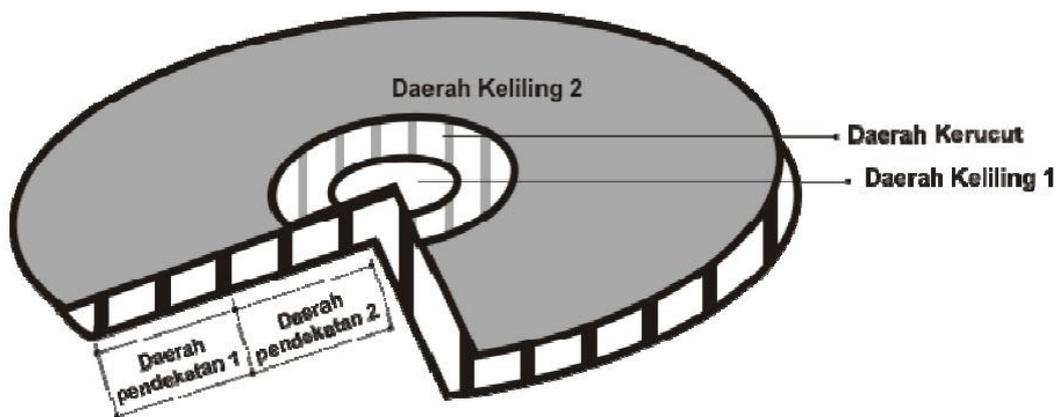
Daerah kerucut : 45.5 m sampai 151.5 m

Daerah keliling 2: 151.5 m

**St** = Selisih ketinggian antara tempat yang diukur dengan *peil* bandar udara.

Tanda (+) berlaku untuk daerah yang lebih rendah dari bandara

Tanda (-) berlaku untuk daerah yang lebih tinggi dari bandara



**Contoh:**

*Peil* bandara : 750 m di atas permukaan laut

*Peil* lokasi pembangunan A : 775 m di atas permukaan laut

Lokasi pembangunan berada pada daerah keliling menurut standar 1 : 45.5 m

Karena lokasinya lebih tinggi dari bandara, maka rumus yang berlaku [-]

Sehingga tinggi maksimum yang diperbolehkan:

$$T_m = T_{m1} \pm St$$

$$T_m = 45.50 - (775-750)$$

$$T_m = 20.5 \text{ m atau } \pm 4 \text{ lantai}$$

## b. X2= Pertimbangan Terhadap Bahaya Kebakaran

Pada prinsipnya pertimbangan terhadap bahaya kebakaran ini mengharapkan agar bangunan-bangunan yang dipergunakan oleh banyak orang tidak terlalu tinggi atau bangunan yang semakin rendah semakin baik ditinjau dari aspek evakuasi dan pemadaman pada saat terjadi kebakaran.

Tinggi bangunan terkait keamanan terhadap bahaya kebakaran perlu mengacu kepada Permen PU No.26/PRT/M/2008 tentang Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan dan Permen PU No.29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.

## c. X3 = Pertimbangan Optimum Harga

Pertimbangan ini didasarkan pada aspek ekonomi yaitu semakin dekat dengan pusat kota maka harga/sewa tanah semakin tinggi. Konsep ini menimbulkan pemikiran terhadap bangunan vertikal sebagai perwujudan fisiknya yang menyatakan tingginya kegiatan kota dan wujud bangunan sebagai alat pemasaran. Namun pada kenyataannya, pembangunan secara vertikal memiliki batasan ekonomis yaitu tidak selamanya membangun vertikal lebih menguntungkan daripada membeli lahan baru. Hal ini dapat dilihat dari rumus berikut:

$$\text{FAR} = \frac{\text{Total Luas Lantai}}{\text{Total Luas Lahan}}$$

Jika FAR = 1 maka total luas lantai = total luas lahan

Jika FAR = 2 maka total luas lantai = 2x total luas lahan dan seterusnya

Maka bersama-sama dengan *building coverage* dapat menentukan tinggi bangunan:

$$\text{TB} = \frac{\text{Total Luas Lantai}}{\text{Luas Lantai Dasar}} \times \text{Tinggi Tiap Lantai}$$

Dari rumus di atas diketahui bahwa semakin luas lahan maka semakin kecil luas lantai dasar, sehingga dengan kebutuhan luas lantai yang tetap, bangunan ditambah ketinggiannya.

### Contoh:

Diketahui luas lahan = 2000 m<sup>2</sup>,

sehingga untuk FAR = 1 maka Total Luas Lantai = 2000 m<sup>2</sup>  
maka:

untuk *Building Coverage* = 100% → TB =  $\frac{2000}{2000} \times 1$  lantai = 1 lantai

untuk *Building Coverage* = 50% → TB =  $\frac{2000}{1000} \times 1$  lantai = 2 lantai

untuk *Building Coverage* = 20% → TB =  $\frac{2000}{400} \times 1$  lantai = 5 lantai

untuk *Building Coverage* = 10% → TB =  $\frac{2000}{200} \times 1$  lantai = 10 lantai

Kemudian LUI (Intensitas Penggunaan Lahan) merupakan perluasan dari FAR/FSI tersebut yang dilengkapi dengan perbandingan parkir, ruang terbuka, rekreasi dan garasi terhadap luas lahan seluruhnya.

$$\text{LUI} = \frac{1,903 + \text{Log FAR}}{0,301}$$

**Tabel L5-2**  
**Land Use Intensity (LUI) Ratio**

LUI	FAR	OSR (Open Space Ratio)	LSR (Liveability Space Ratio)	RSR (Recreation Space Ratio)
3,0	0,100	8,0	6,5	0,25
3,1	0,107	7,4	5,8	0,24
3,2	0,115	6,9	5,2	0,23
3,3	0,123	6,4	4,7	0,23
3,4	0,132	5,9	4,2	0,22
3,5	0,141	5,5	3,8	0,21
3,6	0,152	5,1	3,5	0,20
3,7	0,162	4,8	3,3	0,20
3,8	0,174	4,4	3,0	0,19
3,9	0,187	4,2	2,8	0,19
4,0	0,200	3,8	2,6	0,18
4,1	0,214	3,6	2,4	0,18
4,2	0,230	3,3	2,2	0,17
4,3	0,246	3,0	2,0	0,16
4,4	0,264	2,8	1,8	0,16
4,5	0,283	2,6	1,7	0,15

**d. X4 = Pertimbangan Terhadap Sep (Sky Exposure Plane) dan Alo (Angle Of Light)**

Kriteria SEP dipertimbangkan atas kondisi fisik dasar yaitu pencahayaan sinar matahari yaitu perbandingan antara jarak bidang horisontal dengan vertikal yang terjadi karena bidang lereng khayal akibat pencahayaan matahari. ALO merupakan sudut pencahayaan yang terkena bayangan matahari. Kriteria ini dapat digunakan untuk menentukan tinggi dan jarak bangunan atau blok bangunan maksimum berdasarkan pertimbangan pencahayaan alami dengan tujuan penghematan energi, kesehatan dan berhubungan dengan iklim mikro setempat. Untuk SEP umumnya dipergunakan untuk menentukan tinggi dan blok bangunan pada bangunan-bangunan yang rapat jalan. ALO dipergunakan untuk menentukan sudut pencahayaan yang berhubungan dengan ketinggian setempat. Pengukuran ALO dimulai dari garis di tengah jalan, atau garis sempadan pagar muka dan belakang, atau dari garis di tengah antara sempadan pagar dengan sempadan bangunan.

**Contoh Penggunaan SEP:**

Diketahui tinggi bangunan lantai 1 yang menghadap jalan = 6m

Sudut matahari ( $\alpha$ ) = 45°

Bila menghendaki tinggi bangunan lantai 2 = 4 m

maka lantai 2 harus mundur =  $\frac{4m}{\text{tg } \alpha} = \frac{4m}{\text{tg } 45} = 4 \text{ m}$

**Contoh Penggunaan ALO**

$h' = h_{\text{tot}} - 1,5 \text{ tg } \alpha$

dengan:  $h_{\text{tot}} = 0,5 (J_d + I_s + J_b) \text{ tg } \alpha$

dimana:

$h'$  = tinggi bangunan maksimum yang diizinkan

$h_{\text{tot}}$  = tinggi total maksimum

$J_d$  = jarak ukur depan

$I_s$  = panjang site

$J_b$  = jarak ukur belakang

**Misal:**

Diketahui sempadan depan bangunan = 12 m

Sempadan belakang = 6m, sudut bayangan yang dikehendaki ( $\alpha$ )= 45°

Panjang site = 50 m

$$\begin{aligned} \text{Maka: } h_{\text{tot}} &= 0,5 (Jd + Js + Jb) \text{ tg } \alpha \\ &= 0,5 (12+50+6) \text{ tg } 45^\circ \\ &= 34 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi bangunan yang diijinkan  $h' = h_{\text{tot}} - 1,5 \text{ tg } \alpha = 34 - 1,5 = 32,5 \text{ m}$

Jika terdapat bangunan yang tidak sama tingginya, maka dapat diukur rata-rata ALO dengan rumus sebagai berikut:

$$\mu = \frac{\alpha a + \beta b}{a + b}$$

**dimana:**

$\mu$  = sudut ALO rata-rata

$\alpha$  = sudut ALO untuk bangunan dengan tinggi H

$\beta$  = sudut ALO untuk bangunan dengan tinggi T

a = lebar bangunan 1

b = lebar bangunan 2

Kemudian untuk menentukan jarak bangunan diperoleh dengan menentukan terlebih dahulu sudut ALO (idealnya sudut ALO = 45°, 26,5° dan 18,3°) dan tinggi bangunan.

$$\text{Jarak Bangunan} = \frac{\text{Tinggi Bangunan}}{\text{Tangens ALO}}$$

**e. X5 = Pertimbangan Terhadap Angin**

Angin akan berpengaruh pada struktur bangunan, perhitungan lebar permukaan bangunan yang berhadapan langsung dengan arah angin dan penentuan jarak bangunan satu dengan yang lain sehingga mendapat aliran udara yang alami. Angin dapat menentukan tinggi bangunan berdasarkan pertimbangan strukturnya serta lebar/jarak bangunan berdasarkan pertimbangan aliran udara alami. Tinggi bangunan dihitung melalui kecepatan angin pada suatu tempat yaitu :

$$V_z = V_g \left( \frac{z}{z_g} \right)^\alpha$$

**dimana:**

$V_z$  = rata-rata kecepatan angin di pusat kota

$V_g$  = rata-rata kecepatan angin di suatu daerah

Z = tinggi bangunan

$Z_g$  = Tinggi bangunan di kota

$\alpha$  = gradient tinggi bangunan di kota

**Contoh:**

Diketahui:

$V_g = 20 \text{ mil/jam}$

$V_z = 12 \text{ mil/jam}$

Gradien = 1500 ft = 454.5 m  $\rightarrow \alpha = 0.47$

Maka tinggi bangunan:

$$\begin{aligned} V_z &= V_g \left( \frac{z}{z_g} \right)^\alpha \\ 12 &= 20 \left( \frac{z}{454,5} \right)^{0,47} \end{aligned}$$

$$\text{Log}\left(\frac{Z}{454,5}\right) = \frac{\text{Log } 0,6}{0,47}$$

$$\text{Log}\left(\frac{Z}{454,5}\right) = 0,33$$

$$Z = 149.99 \text{ m} \rightarrow \pm 150 \text{ m} \text{ atau } 30 \text{ lantai}$$

Untuk mengetahui perbandingan tinggi dan lebar bangunan dapat diperhitungkan berdasarkan waktu getar bangunan.

$$k \cdot N = 0,09 \left(\frac{h^2}{b}\right)^{0,5}$$

**Kalau memakai k = 0.07 maka lebar bangunan (b) :**

$$0.07 \times 50 = 0.09 (150^2/b)^{0.5}$$

$$38.88 = (150^2/b)^{0.5}$$

$$1505.44 b = 22500$$

$$b = 14.9 \text{ m} \rightarrow 15 \text{ m}$$

**Kalau memakai k = 0.09 maka lebar bangunan (b) :**

$$0.09 \times 50 = 0.09 (150^2/b)^{0.5}$$

$$2500 b = 22500$$

$$b = 9 \text{ m}$$

Jadi, lebar bangunan (b) yang aman antara 1/10 dari tinggi (h) sampai 1/15 dari tinggi (h).

#### f. X6= Pertimbangan Terhadap Daya Dukung Tanah

Pertimbangan ini memiliki peran yang kecil dikarenakan perkembangan teknologi yang dapat mengatasi persoalan daya dukung tanah, misalnya di tanah rawa pun dengan penggunaan teknologi maka dapat dibangun gedung bertingkat banyak.

$$H_t = \frac{\alpha - P_s}{P_1} \times \delta H$$

**dimana:**

$H_t$  = Total tinggi bangunan  
 $A$  = Daya dukung tanah minimum  
 $P_s$  = Total beban strukur bangunan  
 $P_1$  = Total beban lantai  
 $\delta H$  = Rata-rata tinggi tiap lantai

#### g. X7= Pertimbangan Terhadap Gempa

Pertimbangan ini serupa dengan pertimbangan terhadap daya dukung tanah. Perkembangan teknologi terhadap struktur bangunan tahan gempa membuat pertimbangan ini memiliki peran kecil terhadap penentuan tinggi bangunan.

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{W_t \cdot h} \times V$$

dengan

$$V = C_d \cdot W_t \quad \text{dan} \quad C_d = C \cdot I \cdot K$$

**dimana:**

$F_i$  = Faktor beban gempa horisontal yang dikerjakan pada taraf i  
 $h_i$  = Ketinggian sampai taraf i  
 $W_i$  = Bagian dari  $W_t$  yang disumbangkan oleh beban vertikal pada taraf i  
 $V$  = Beban geser dasar akibat gempa.  
 $W_t$  = Beban vertikal total

- Cd = Koefisien gempa dasar yang dimodifikasikan sehubungan dengan keutamaan dan jenis struktur (C I K)
- C = Koefisien gempa dasar untuk cara perencanaan lengkap
- I = Faktor keutamaan dari gedung
- K = Faktor jenis struktur