

KEBUTUHAN TAMAN VERTIKAL BERDASARKAN PENYEDIAAN OKSIGEN MANDIRI PENGHUNI RUMAH TINGGAL

Melissa Kania

Program Studi Arsitektur, Universitas Agung Podomoro

e-mail: melissa.kania@podomorouniversity.ac.id

ABSTRAK

Taman vertikal pada bangunan rumah tinggal merupakan suatu bentuk solusi design Arsitektur yang menjawab kebutuhan penghuni rumah tinggal atas pemenuhan tersedianya tanaman sebagai penghasil Oksigen disamping taman horizontal. Melalui penelitian ini, kedepannya penghuni rumah tinggal diharapkan untuk turut serta dalam penyediaan Oksigen secara mandiri. Rumusan perhitungan kebutuhan Oksigen, secara khusus disesuaikan terhadap faktor geografis lahan. Simulasi dilakukan dengan dasar peraturan dan kebijakan Ruang Terbuka Hijau (RTH) privat serta ketentuan Koefisien Dasar Hijau (KDH) pada Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) khususnya di DKI Jakarta. Faktor-faktor yang mempengaruhi luas taman vertikal pada rumah tinggal antara lain; luas lahan, ketentuan Koefisien Dasar Hijau (KDH) pada lahan, jumlah penghuni rumah tinggal serta jumlah dan jenis kendaraan bermotor yang mendukung aktivitas penghuni rumah tinggal. Hasil akhir penelitian adalah rujukan tetapan Koefisien Taman Vertikal (KTV) pada lahan rumah tinggal.

Kata kunci: Taman Vertikal, Oksigen, Lahan, Penghuni, Kendaraan

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini kebutuhan taman privat dalam area rumah tinggal hanya ditentukan oleh Koefisien Dasar Hijau (KDH) yang perhitungannya didasari atas kebutuhan resapan air, penyeimbang lingkungan alam dan binaan, serta keserasian lingkungan perkotaan. (PERMEN PU 05/PRT/M/2008, Pasal 3). Artinya beban tanggung jawab penyediaan Oksigen serta-merta hanya mengandalkan produksi Oksigen dari taman publik dan hutan.

Di Indonesia sendiri kasus mengenai penebangan liar (*illegal logging*) sendiri masih belum dapat ditangani secara tuntas. Luas kawasan hutan lindung di Indonesia berangsur-angsur semakin berkurang.

Diperkirakan sejak tahun 2000 sampai dengan tahun 2012, dengan rata-rata 47.600 Ha tiap tahunnya, lebih dari 6.02 Mha atau sekitar 40% kawasan hutan lindung di Indonesia telah musnah. (Nature Climate Change, 2014)

Potensi

“Menanam lebih banyak pohon-pohon di belahan bumi dengan lintang tinggi, akan kontraproduktif dari kaca mata iklim”. Hasil permodelan komputer menunjukkan bahwa pohon-pohon akan bekerja mendinginkan planet, jika dan hanya jika ditanam di negara tropis. (Govindasamy Bala, 2006)

Hutan tropis di sepanjang garis khatulistiwa memiliki peranan yang sangat penting dalam mengurangi emisi karbon di udara, mengaktifkan produksi awan / hujan sehingga mampu mendinginkan planet bumi.

(S.Gibbard, Govindasamy Bala, T.J Phillips, M.Wickett & Ken Caldeira, 2005)

Sumbangsih bagi Dunia

Berdasarkan faktor geografis pulau-pulau di Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa, artinya kesadaran atas peranan Warga Negara Indonesia dalam kontribusi penyediaan Oksigen bagi dunia menjadi sangat penting. Gerakan mengenai penyediaan Oksigen harus dimulai dari kita untuk semua.

Tanaman Rumah

Hasil penelitian yang dilakukan *The National Aeronautics and Space Administration (NASA, Wolverton, 1989)*, dengan memilah jenis-jenis tanaman rumah yang unggul dalam penyaringan udara. Hal yang cukup mengejutkan ialah informasi mengenai beberapa jenis tanaman unggulan NASA tersebut merupakan jenis tanaman rumah sehari-hari yang banyak ditemukan di Indonesia.

Mandiri

Berangkat dari latar belakang tersebut, bentuk rasa tanggung jawab kita sebagai penghuni bumi, maka sudah layak dan sepantasnya bagi setiap penghuni rumah tinggal turut serta berkontribusi dalam penyediaan Oksigen secara mandiri.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

Oksigen

Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Kota diadaptasi dari rumus **GERAKIS (1974)** dan disesuaikan dengan jumlah musim di Indonesia dalam rumus pengembangan **WISESA (1988)** dengan tetapan dalam rumus (Tabel 1)

$$Lt = \left[\frac{Pt+Kt+Tt}{(54)(0.9375)(2)} \right] m^2 \quad (1)$$

Lt = Luas RTH Kota pada tahun ke t (m²)

Pt = Jumlah kebutuhan Oksigen bagi penduduk pada tahun t

Kt = Jumlah kebutuhan Oksigen bagi kendaraan bermotor pada tahun t

Tt = Jumlah kebutuhan Oksigen bagi ternak pada tahun t

Tabel 1. Tetapan dalam Rumus Gerakis & Wisesa

840	gram / hari	Konsumsi Oksigen Manusia / Hari
54	gram	Tetapan yang menunjukkan 1 m ² luas lahan menghasilkan 54 gram berat kering tanaman per hari
0.9375	gram	Tetapan yang menunjukkan 1 gram berat kering tanaman adalah setara dengan produksi Oksigen 0,9375 gram
2	musim	Jumlah musim di Indonesia
0.21	kg/ PS jam	Kebutuhan bahan bakar (BENSIN)
2.77	kg	Kebutuhan Oksigen tiap 1 liter bahan bakar (BENSIN)
1	PS	Daya minimal sepeda motor
20	PS	Daya minimal kendaraan penumpang

PERMEN PU 05/PRT/M/2008, L-6,hal 77)

Luas Lahan Rumah Tinggal

Kebutuhan luas lahan Rumah Sederhana Sehat di Indonesia adalah minimal (60 m²), efektif (72-90 m²) dan ideal (200 m²). (KEPMEN Perkimswil : 403/KPTS/M /2002, hal 9)

Berdasarkan klasifikasi kegiatan, sub zona rumah dibagi menjadi Rumah Kampung (R1), Rumah Sangat Kecil (R2:60m²), Rumah Kecil (R3:60-150m²), Rumah Sedang (R4: 150-350 m²), Rumah Besar (R5: >350m²), Rumah Flat (R6: H= 4m), Rumah Susun (R7), Rumah Susun Umum (R8), Rumah KDB Rendah (R9: KDB 30% max), Rumah Vertikal KDB Rendah (R10), Rumah Wilayah Pulau (R11: KDB 40%) (Perda no 1 tahun 2014, RDTR & peraturan zonasi, hal 379)

Koefisien Dasar Hijau

Proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) terdiri dari ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat. Proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) pada wilayah kota paling sedikit 30 (tiga puluh) persen dari luas wilayah kota.

Proporsi ruang terbuka hijau publik pada wilayah kota paling sedikit 20 (dua puluh) persen dari luas wilayah kota (UU 26 tahun 2007 Pasal 29, hal 26) dan 10 (sepuluh) persen terdiri dari ruang terbuka hijau privat (PERMEN PU 05/PRT/M/2008, Bab II, hal 9 dan Perda DKI Jakarta nomor 1 tahun 2012)

Merujuk pada Keputusan Gubernur 1997, KDH minimum untuk bangunan type tunggal Padat: KDH 20%, Kurang Padat: KDH 25% dan Tidak Padat: KDH 30%. Disamping itu, pada Peraturan Daerah 1999 KDH minimum untuk bangunan type tunggal Padat: KDH 10%, Kurang Padat: KDH 15% dan Tidak Padat: KDH 20%. Terakhir, aplikasi secara detail Intensitas Pemanfaatan Ruang Kecamatan dan zonasi secara kelurahan berdasarkan data RDTR 2014 menunjukkan data KDH rata-rata zona perumahan = 20%.

Taman Vertikal

Dalam Atribut Kota Hijau, taman vertikal (*Vertical Gardening*) merupakan salah satu penerapan bangunan hijau (*Green Building*) yang mana keseluruhan atribut kota hijau tidak berdiri sendiri, namun merupakan satu kesatuan yang integral. (Program Pengembangan Kota Hijau (P2KH), 2012)

3. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan cara simulasi. Variabel yang digunakan untuk simulasi:

- Simulasi persyaratan RTH privat: 10 % (UU, PERMEN dan PERDA DKI), KDH 20%-30% (Intensitas Pemanfaatan Ruang RDTR DKI Jakarta).
- Simulasi jumlah penghuni rumah tinggal : 1 ,2 ,3, 4 s/d 5 orang anggota keluarga.
- Simulasi jumlah dan jenis kendaraan bermotor pada simulasi A,B,C,D,E dan F.
- Simulasi luas lahan secara representatif disesuaikan dengan kebutuhan luas Rumah Sederhana

Sehat (KEPMEN) serta klasifikasi sub zona rumah (PERDA); diwakili untuk rumah tinggal dengan luas lahan: 60, 70, 80, 90, 150, 200 dan 350 m².

Lingkup penelitian dibatasi oleh faktor-faktor dengan perhitungan bahwa :

- Kontribusi tiap jenis tanaman akan menghasilkan sejumlah Oksigen yang sama besar.
- Kontribusi media tanam (baik secara horizontal: di lahan maupun secara vertikal: di dinding atau di atap rumah tinggal) dengan luasan yang sama akan menghasilkan jumlah Oksigen yang sama besar.
- Kebutuhan Oksigen untuk ternak/ binatang peliharaan diabaikan.

Berdasarkan rumus hasil perhitungan Luas Ruang Terbuka Hijau Kota, perhitungan jumlah kebutuhan Oksigen secara mandiri penghuni rumah tinggal yang dipengaruhi luas lahan rumah tinggal, jumlah penghuni rumah tinggal, serta jumlah dan jenis kendaraan yang digunakan penghuni rumah tinggal; akan dikonfersikan terhadap kebutuhan Luas Ruang Terbuka Hijau Privat Rumah Tinggal (m²) (Tabel 2)

Tabel 2. Simulasi Kebutuhan Ruang Terbuka Hijau Private Rumah Tinggal

Jumlah	SIMULASI					
	A	B	C	D	E	F
Penghuni RT	1	1	1	1	1	1
Motor	0	1	x	0	x	x
Mobil	0	0	x	1	x	x
O ₂ (gr/hari)	840	1422	x	12474	x	x
RTH _{privat} (m ²)	8.30	14.04	x	123.20	x	x
Penghuni RT	2	2	2	2	2	2
Motor	0	1	2	0	1	0
Mobil	0	0	0	1	1	2
O ₂ (gr/hari)	1680	2262	2843	13314	13896	24948
RTH _{privat} (m ²)	16.59	22.34	28.08	131.50	137.24	246.40

Penghuni RT	3	3	3	3	3	3
Motor	0	1	2	0	1	0
Mobil	0	0	0	1	1	2
O ₂ (gr/hari)	2520	3102	3683	14154	14736	25788
RTH privat(m ²)	24.89	30.63	36.38	139.79	145.54	254.70
Penghuni RT	4	4	4	4	4	4
Motor	0	1	2	0	1	0
Mobil	0	0	0	1	1	2
O ₂ (gr/hari)	3360	3942	4523	14994	15576	26628
RTH privat(m ²)	33.19	38.93	44.68	148.09	153.83	262.99
Penghuni RT	5	5	5	5	5	5
Motor	0	1	2	0	1	0
Mobil	0	0	0	1	1	2
O ₂ (gr/hari)	4200	4782	5363	15834	16416	27468
RTH privat(m ²)	41.48	47.23	52.97	156.39	162.13	271.29

Perhitungan diatas (Tabel 2), diperoleh berdasarkan perhitungan kebutuhan Oksigen secara luas (m²), dimana:

- Tambahan satu (1) penghuni rumah tinggal perlu diimbangi dengan tambahan 8.30 m² luas taman.
- Tambahan satu (1) motor perlu diimbangi dengan tambahan 5.75 m² luas taman.
- Tambahan satu (1) mobil perlu diimbangi dengan tambahan 114.90 m² luas taman.

Khusus untuk jumlah penghuni rumah tinggal tunggal (1), simulasi dilakukan jika tidak ada kepemilikan kendaraan bermotor, jika memiliki satu motor saja atau satu mobil saja. Sedangkan untuk jumlah penghuni rumah tinggal dua sampai dengan lima orang disimulasikan terhadap jumlah kepemilikan kendaraan bermotor, melalui simulasi A, B, C, D, E dan F (Tabel 2)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi kebutuhan Luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) privat rumah tinggal (m²) (Tabel 2) diuji coba kembali terhadap komposisi pembagian zona media tanam (baik secara horizontal: di lahan maupun secara vertikal: di dinding atau di atap rumah tinggal).

$$\mathbf{RTH\ (total)\ =\ [RTH(V)\ +\ RTH(H)]\ m^2}$$

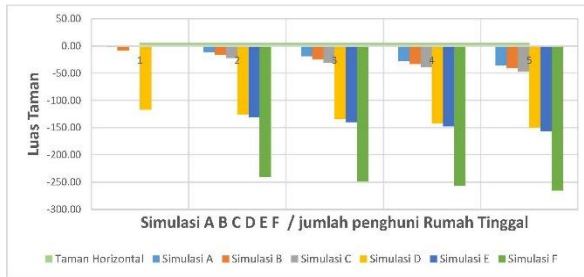
(2) Ruang Terbuka Hijau (RTH) Horizontal dipengaruhi oleh ketentuan Koefisien Dasar Hijau (KDH) private: 10 % (Undang-undang), KDH 20%-30% (RTL B DKI Jakarta).

$$\mathbf{RTH\ (H)\ =\ [KDH\ x\ Luas\ Lahan]\ m^2}$$

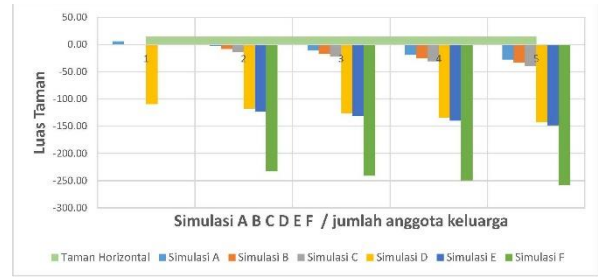
(3) Artinya berdasarkan simulasi luas lahan, akan diperoleh kebutuhan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Vertikal. Ilustrasi simulasi perhitungan:

- RTH (V) Rumah Sangat Kecil: Luas Lahan Minimal: 60 m² (Grafik 1.a,b,c)
- RTH (V) Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :70 m² (Grafik.2.a,b,c)
- RTH (V) Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :80 m² (Grafik 3.a,b,c)
- RTH (V) Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :90 m² (Grafik 4.a,b,c)
- RTH (V) Rumah Kecil Sedang: Luas Lahan 150 m² (Grafik 5.a,b,c)
- RTH (V), Rumah Sedang: Luas Lahan Ideal :200 m² (Grafik 6.a,b,c)
- RTH (V), Rumah Sedang/ Besar: Luas Lahan 350 m² (Grafik 7.a,b,c)
- RTH (V), Rumah Sedang/ Besar: Luas Lahan 500 m² (Grafik 8.a,b,c)

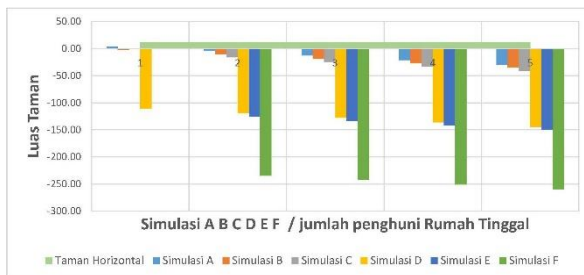
Area blok hijau horizontal di atas garis 0.00 pada grafik dibawah ini merupakan Luas Taman Horizontal berdasarkan KDH. Data angka positif (+) di atas garis 0.00 pada grafik menunjukkan kelebihan (*surplus*) atas Luas Taman Horizontal terhadap kebutuhan Oksigen mandiri penghuni. Sedangkan data angka minus (-) dibawah garis 0.00 pada grafik merupakan jumlah Luas Taman Vertikal yang dibutuhkan untuk pemenuhan Oksigen mandiri penghuni, disamping ketersediaan Luas Taman Horizontal untuk pemenuhan Luas Taman Kota.



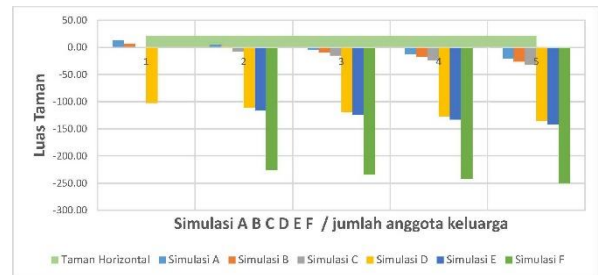
Grafik 1.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 60 m2, KDH 10%



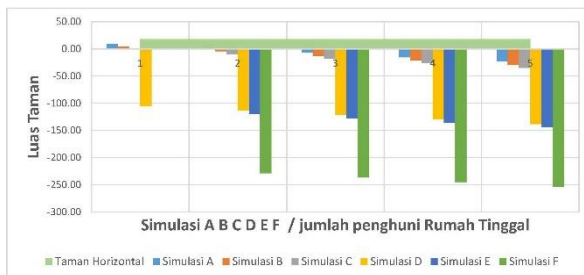
Grafik 2.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 70 m2, KDH 20%



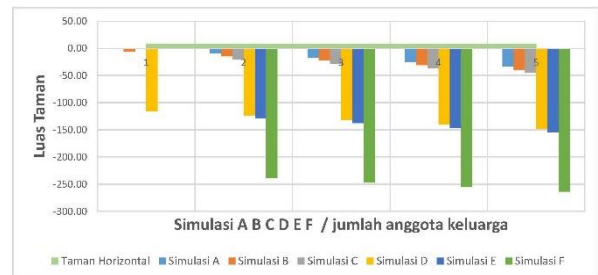
Grafik 1.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 60 m2, KDH 20%



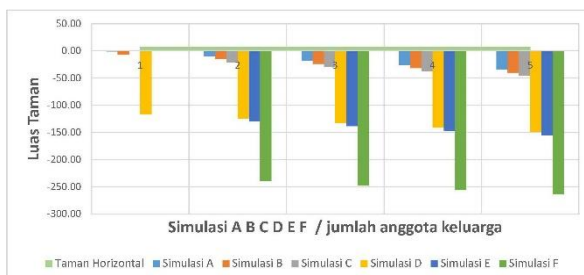
Grafik 2.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 70 m2, KDH 30%



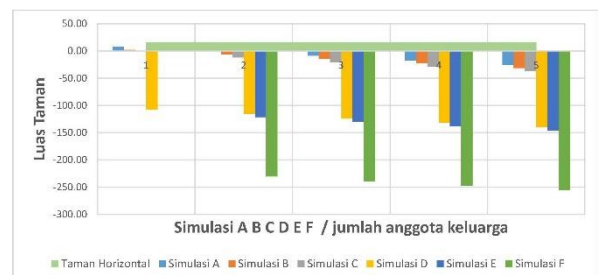
Grafik 1.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 60 m2, KDH 30%



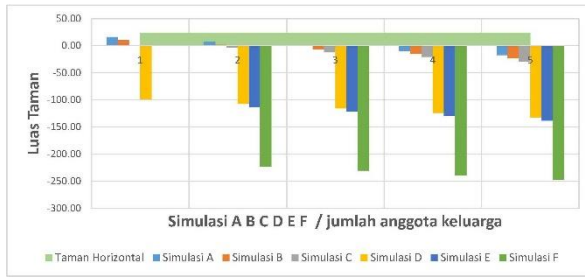
Grafik 3.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 80 m2, KDH 10%



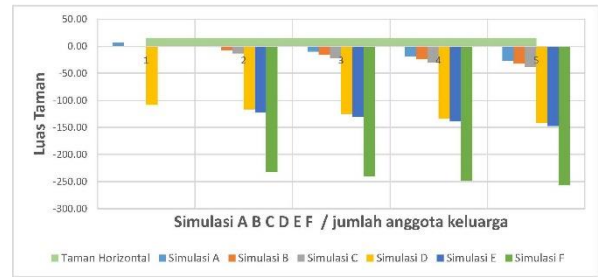
Grafik 2.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 70 m2, KDH 10%



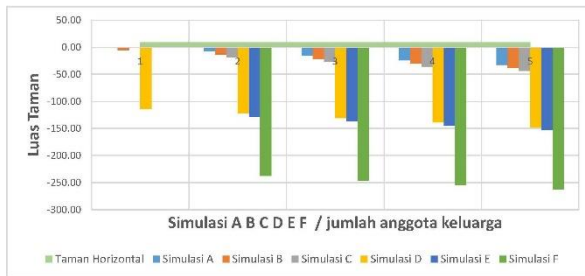
Grafik 3.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 80 m2, KDH 20%



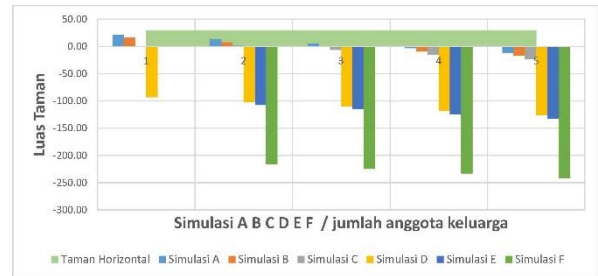
Grafik 3.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 80 m2, KDH 30%



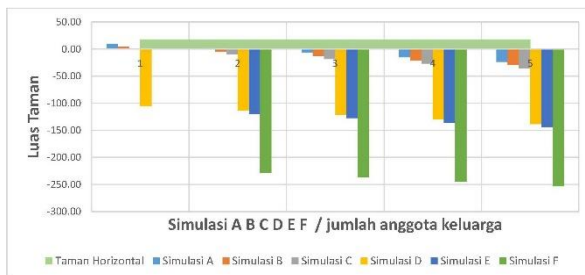
Grafik 5.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 150 m2, KDH 10%



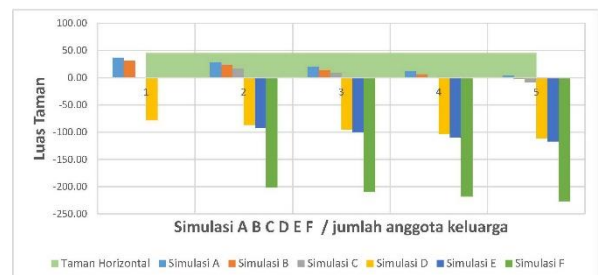
Grafik 4.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 90 m2, KDH 10%



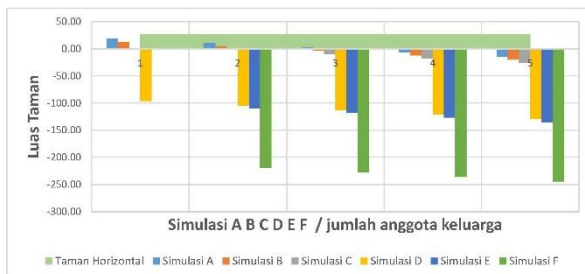
Grafik 5.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 150 m2, KDH 20%



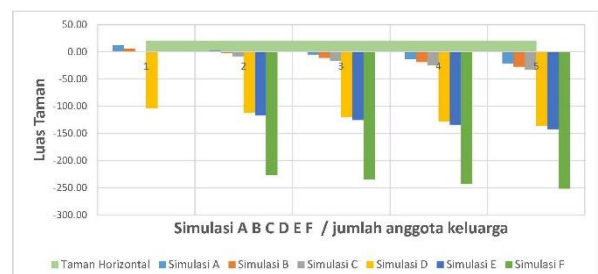
Grafik 4.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 90 m2, KDH 20%



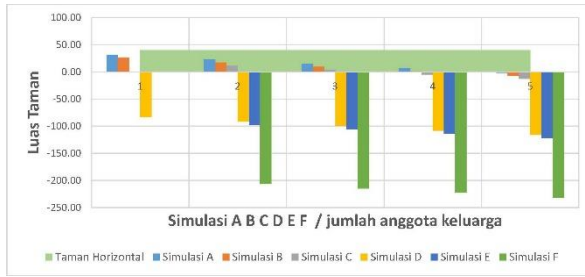
Grafik 5.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 150 m2, KDH 30%



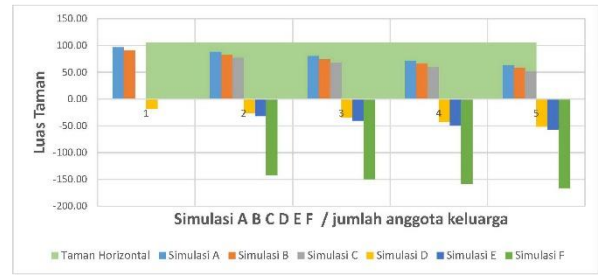
Grafik 4.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal : Luas Lahan 90 m2, KDH 30%



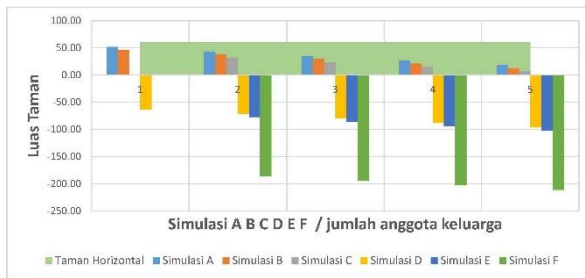
Grafik 6.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 200 m2, KDH 10%



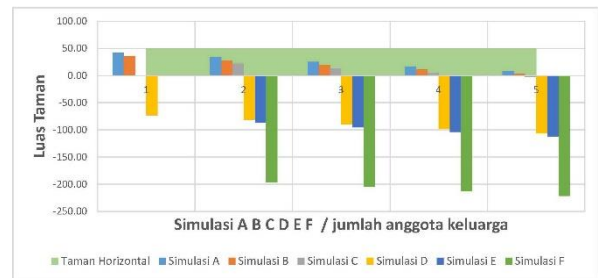
Grafik 6.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 200 m², KDH 20%



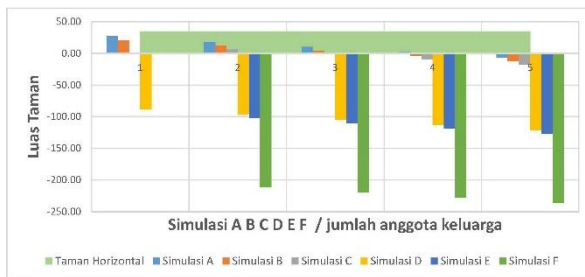
Grafik 7.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 350 m², KDH 30%



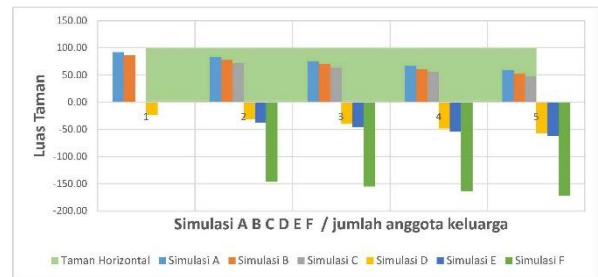
Grafik 6.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 200 m², KDH 30%



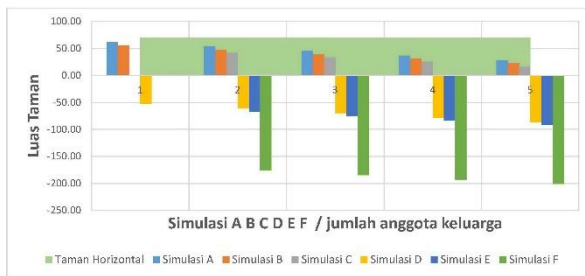
Grafik 8.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 500 m², KDH 30%



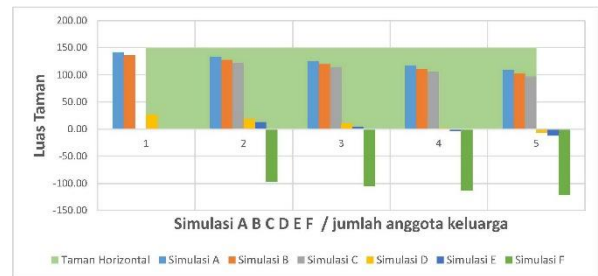
Grafik 7.a. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 350 m², KDH 10%



Grafik 8.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 500 m², KDH 30%



Grafik 7.b. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 350 m², KDH 20%



Grafik 8.c. Simulasi Kebutuhan Luas Taman Vertikal: Luas Lahan 500 m², KDH 30%

Tujuan akhir penelitian adalah rujukan tetapan Koefisien Taman Vertikal (KTV) pada lahan rumah tinggal.

$$RTH (V) = [KTV \times Luas Lahan] \text{ m}^2 \quad (4)$$

Artinya berdasarkan simulasi luas lahan, kebutuhan luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) Vertikal (m^2) akan dibagi terhadap Luas Lahan untuk menghasilkan Koefisien Taman Vertikal (KTV).

Ilustrasi perhitungan Koefisien Taman Vertikal berdasarkan simulasi atas KDH (10%, 20%, 30%), Jumlah penghuni Rumah Tinggal (1-5 orang), Jumlah & Jenis Kendaraan (simulasi A, B, C, D, E, F) dapat dilihat pada tabulasi:

- KTV Rumah Sangat Kecil: Luas Lahan Minimal: 60 m^2 (Tabel 3)
- KTV Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :70 m^2 (Tabel 4)
- KTV Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :80 m^2 (Tabel 5)
- KTV Rumah Kecil: Luas Lahan Efektif :90 m^2 (Tabel 6)
- KTV Rumah Kecil/Sedang: Luas Lahan 150 m^2 (Tabel 7)
- KTV Rumah Sedang: Luas Lahan Ideal :200 m^2 (Tabel 8)
- KTV Rumah Sedang/Besar: Luas Lahan 350 m^2 (Tabel 9)
- KTV Rumah Besar: Luas Lahan 500 m^2 (Tabel 10)

Tabel 3. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 60 m^2 (Minimum)

Luas		60	A	B	C	D	E	F
Site		0	1	2	0	1	0	
	motor	0	1	2	0	1	0	
	mobil	0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	-4%	-13%	#VALUE!	-195%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-18%	-27%	-37%	-209%	-219%	-401%	
	3	-31%	-41%	-51%	-223%	-233%	-414%	
	4	-45%	-55%	-64%	-237%	-246%	-428%	
	5	-59%	-69%	-78%	-251%	-260%	-442%	
KDH 20%								

JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	6%	-3%	#VALUE!	-185%	#VALUE!	#VALUE!
	2	-8%	-17%	-27%	-199%	-209%	-391%
	3	-21%	-31%	-41%	-213%	-223%	-404%
	4	-35%	-45%	-54%	-227%	-236%	-418%
	5	-49%	-59%	-68%	-241%	-250%	-432%
KDH 30%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	16%	7%	#VALUE!	-175%	#VALUE!	#VALUE!
	2	2%	-7%	-17%	-189%	-199%	-381%
	3	-11%	-21%	-31%	-203%	-213%	-394%
	4	-25%	-35%	-44%	-217%	-226%	-408%
	5	-39%	-49%	-58%	-231%	-240%	-422%

Tabel 4. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 70 m^2 (Efektif)

Luas		70	A	B	C	D	E	F
Site		0	1	2	0	1	0	
	motor	0	1	2	0	1	0	
	mobil	0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	-2%	-10%	#VALUE!	-166%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-14%	-22%	-30%	-178%	-186%	-342%	
	3	-26%	-34%	-42%	-190%	-198%	-354%	
	4	-37%	-46%	-54%	-202%	-210%	-366%	
	5	-49%	-57%	-66%	-213%	-222%	-378%	
KDH 20%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	8%	0%	#VALUE!	-156%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-4%	-12%	-20%	-168%	-176%	-332%	
	3	-16%	-24%	-32%	-180%	-188%	-344%	
	4	-27%	-36%	-44%	-192%	-200%	-356%	
	5	-39%	-47%	-56%	-203%	-212%	-368%	
KDH 30%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	18%	10%	#VALUE!	-146%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	6%	-2%	-10%	-158%	-166%	-322%	
	3	-6%	-14%	-22%	-170%	-178%	-334%	
	4	-17%	-26%	-34%	-182%	-190%	-346%	
	5	-29%	-37%	-46%	-193%	-202%	-358%	

Tabel 5. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 80 m² (Efektif)

Luas Site		80	A	B	C	D	E	F
motor		0	1	2	0	1	0	
mobil		0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	0%	-8%	#VALUE!	-144%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-11%	-18%	-25%	-154%	-162%	-298%	
	3	-21%	-28%	-35%	-165%	-172%	-308%	
	4	-31%	-39%	-46%	-175%	-182%	-319%	
	5	-42%	-49%	-56%	-185%	-193%	-329%	
KDH 20 %								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	10%	2%	#VALUE!	-134%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-1%	-8%	-15%	-144%	-152%	-288%	
	3	-11%	-18%	-25%	-155%	-162%	-298%	
	4	-21%	-29%	-36%	-165%	-172%	-309%	
	5	-32%	-39%	-46%	-175%	-183%	-319%	
KDH 30%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	20%	12%	#VALUE!	-124%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	9%	2%	-5%	-134%	-142%	-278%	
	3	-1%	-8%	-15%	-145%	-152%	-288%	
	4	-11%	-19%	-26%	-155%	-162%	-299%	
	5	-22%	-29%	-36%	-165%	-173%	-309%	

Tabel 6. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 90 m² (Efektif)

Luas Site		90	A	B	C	D	E	F
motor		0	1	2	0	1	0	
mobil		0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	1%	-6%	#VALUE!	-127%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-8%	-15%	-21%	-136%	-142%	-264%	
	3	-18%	-24%	-30%	-145%	-152%	-273%	
	4	-27%	-33%	-40%	-155%	-161%	-282%	
	5	-36%	-42%	-49%	-164%	-170%	-291%	
KDH 20%								
PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	11%	4%	#VALUE!	-117%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	2%	-5%	-11%	-126%	-132%	-254%	

3	-8%	-14%	-20%	-135%	-142%	-263%
4	-17%	-23%	-30%	-145%	-151%	-272%
5	-26%	-32%	-39%	-154%	-160%	-281%

KDH 30%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	21%	14%	#VALUE!	-107%	#VALUE!	#VALUE!
	2	12%	5%	-1%	-116%	-122%	-244%
	3	2%	-4%	-10%	-125%	-132%	-253%
	4	-7%	-13%	-20%	-135%	-141%	-262%
	5	-16%	-22%	-29%	-144%	-150%	-271%

Tabel 7. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 150 m² (Ideal)

Luas Site		15	A	B	C	D	E	F
motor		0	1	2	0	1	0	
mobil		0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	4%	1%	#VALUE!	-72%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	-1%	-5%	-9%	-78%	-81%	-154%	
	3	-7%	-10%	-14%	-83%	-87%	-160%	
	4	-12%	-16%	-20%	-89%	-93%	-165%	
	5	-18%	-21%	-25%	-94%	-98%	-171%	
KDH 20%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	14%	11%	#VALUE!	-62%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	9%	5%	1%	-68%	-71%	-144%	
	3	3%	0%	-4%	-73%	-77%	-150%	
	4	-2%	-6%	-10%	-79%	-83%	-155%	
	5	-8%	-11%	-15%	-84%	-88%	-161%	

KDH 30%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	24%	21%	#VALUE!	-52%	#VALUE!	#VALUE!
	2	19%	15%	11%	-58%	-61%	-134%
	3	13%	10%	6%	-63%	-67%	-140%
	4	8%	4%	0%	-69%	-73%	-145%
	5	2%	-1%	-5%	-74%	-78%	-151%

Tabel 8. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 200 m² (Ideal)

Luas Site		20	A	B	C	D	E	F
motor		0	1	2	0	1	0	

		mobil					
		0	0	0	1	1	2
KDH 10%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	6%	3%	#VALUE!	-52%	#VALUE!	#VALUE!
	2	2%	-1%	-4%	-56%	-59%	-113%
	3	-2%	-5%	-8%	-60%	-63%	-117%
	4	-7%	-9%	-12%	-64%	-67%	-121%
	5	-11%	-14%	-16%	-68%	-71%	-126%
KDH 20%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	16%	13%	#VALUE!	-42%	#VALUE!	#VALUE!
	2	12%	9%	6%	-46%	-49%	-103%
	3	8%	5%	2%	-50%	-53%	-107%
	4	3%	1%	-2%	-54%	-57%	-111%
	5	-1%	-4%	-6%	-58%	-61%	-116%
KDH 30%							
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	26%	23%	#VALUE!	-32%	#VALUE!	#VALUE!
	2	22%	19%	16%	-36%	-39%	-93%
	3	18%	15%	12%	-40%	-43%	-97%
	4	13%	11%	8%	-44%	-47%	-101%
	5	9%	6%	4%	-48%	-51%	-106%

Tabel 9. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 350 m²

		Luas 35						
		0	A	B	C	D	E	F
		motor	0	1	2	0	1	0
		mobil	0	0	0	1	1	2
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	8%	6%	#VALUE!	-25%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	5%	4%	2%	-28%	-29%	-60%	
	3	3%	1%	0%	-30%	-32%	-63%	
	4	1%	-1%	-3%	-32%	-34%	-65%	
	5	-2%	-3%	-5%	-35%	-36%	-68%	
KDH 20%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	18%	16%	#VALUE!	-15%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	15%	14%	12%	-18%	-19%	-50%	
	3	13%	11%	10%	-20%	-22%	-53%	
	4	11%	9%	7%	-22%	-24%	-55%	
	5	8%	7%	5%	-25%	-26%	-58%	

		KDH 30%					
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	28%	26%	#VALUE!	-5%	#VALUE!	#VALUE!
	2	25%	24%	22%	-8%	-9%	-40%
	3	23%	21%	20%	-10%	-12%	-43%
	4	21%	19%	17%	-12%	-14%	-45%
	5	18%	17%	15%	-15%	-16%	-48%

Tabel 10. Koefisien Taman Vertikal untuk Luas Lahan 500 m²

		Luas 50						
		0	A	B	C	D	E	F
		0	1	2	0	1	0	
		0	0	0	1	1	2	
KDH 10%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	8%	7%	#VALUE!	-15%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	7%	6%	4%	-16%	-17%	-39%	
	3	5%	4%	3%	-18%	-19%	-41%	
	4	3%	2%	1%	-20%	-21%	-43%	
	5	2%	1%	-1%	-21%	-22%	-44%	
KDH 20%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	18%	17%	#VALUE!	-5%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	17%	16%	14%	-6%	-7%	-29%	
	3	15%	14%	13%	-8%	-9%	-31%	
	4	13%	12%	11%	-10%	-11%	-33%	
	5	12%	11%	9%	-11%	-12%	-34%	
KDH 30%								
JUMLAH PENGHUNI RUMAH TINGGAL	1	28%	27%	#VALUE!	5%	#VALUE!	#VALUE!	
	2	27%	26%	24%	4%	3%	-19%	
	3	25%	24%	23%	2%	1%	-21%	
	4	23%	22%	21%	0%	-1%	-23%	
	5	22%	21%	19%	-1%	-2%	-24%	

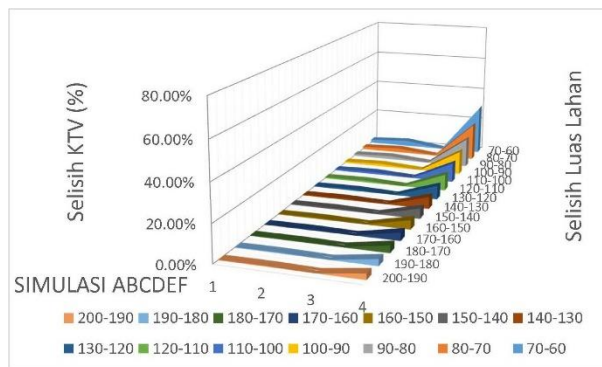
Angka positif (+) warna hijau pada tabel merupakan kondisi dimana ketersediaan taman horizontal saja cukup atau sudah lebih (*surplus*) untuk pemenuhan kebutuhan Oksigen penghuni. Artinya prosentase perhitungan Koefisien Dasar Hijau (KDH) saja cukup untuk pemenuhan kebutuhan Oksigen.

Sebaliknya, angka minus (-) pada tabel merupakan kondisi dimana ketersediaan taman horizontal tidak cukup untuk pemenuhan kebutuhan Oksigen penghuni rumah tangga. Tambahan taman vertikal diperlukan untuk mencukupi kebutuhan Oksigen secara mandiri penghuni rumah tinggal. Artinya tambahan prosentase Koefisien Taman Vertikal dibutuhkan untuk pemenuhan Oksigen mandiri penghuni, disamping ketersediaan Koefisien Dasar Hijau (KDH).

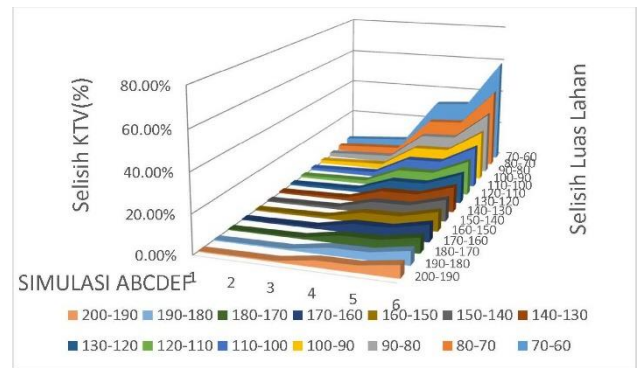
Uji Sensitivitas

Hasil simulasi Koefisien Taman Vertikal (KTV) pada (Tabel 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10) selanjutnya dikembangkan untuk dilakukan uji sensitivitas terhadap analisa prosentase selisih kenaikan KTH untuk tiap selisih kenaikan 10 m² lahan dari luas lahan minimum (60 m²), luas lahan efektif (70, 80, 90 dan 150 m²), luas lahan ideal (200 m²), sampai dengan luas lahan sedang/ besar (350 dan 500 m²).

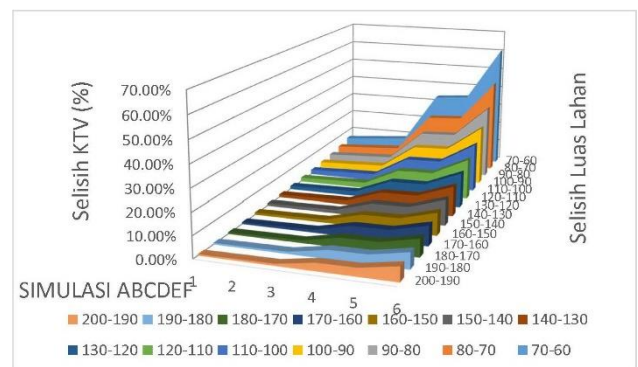
Grafik (6a,b,c,d,e) di bawah ini merupakan hasil percepatan prosentase selisih kenaikan KTV untuk tiap satuan penghuni rumah tinggal.



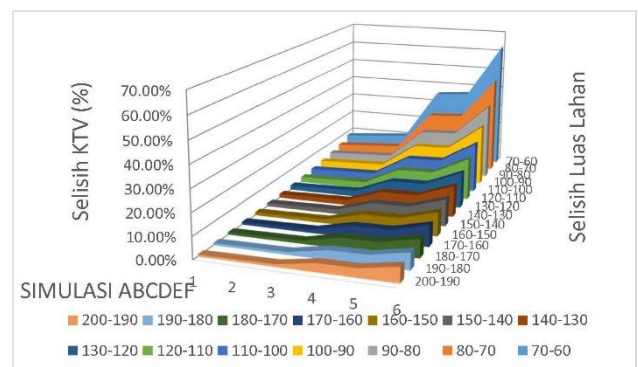
Grafik 6.a. Ratio Selisih Koefisien Taman Vertikal tiap 10 m² Lahan (1 penghuni)



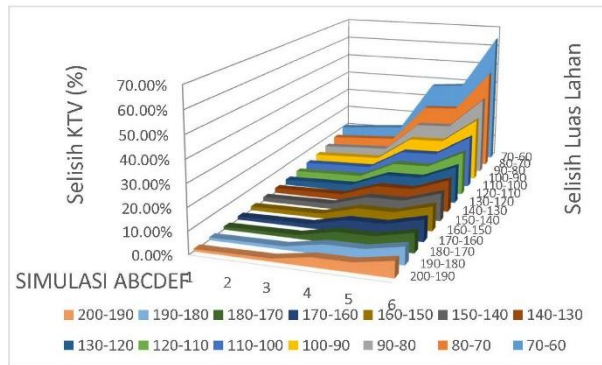
Grafik 6.b. Ratio Selisih Koefisien Taman Vertikal tiap 10 m² Lahan (2 penghuni)



Grafik 6.c. Ratio Selisih Koefisien Taman Vertikal tiap 10 m² Lahan (3 penghuni)



Grafik 6.d Ratio Selisih Koefisien Taman Vertikal tiap 10 m² Lahan (4 penghuni)



Grafik 6.e. Ratio Selisih Koefisien Taman Vertikal tiap 10 m² Lahan (5 penghuni)

5. KESIMPULAN

Hasil simulasi perhitungan kebutuhan luas taman vertikal berdasarkan luas tapak diperoleh kesimpulan bahwa:

- Tidak selamanya luas taman vertikal perlu ditambahkan pada area rumah tinggal. Beberapa simulasi menunjukkan ketersediaan taman horizontal berdasarkan KDH, sudah cukup untuk pemenuhan Oksigen penghuni rumah tinggal. Beberapa simulasi bahkan memberikan Oksigen lebih (*surplus*) dari yang dibutuhkan.
- Ada konsekuensi logis bahwa semakin besar KDH, maka kebutuhan KTV semakin berkurang.
- Ada konsekuensi logis bahwa semakin banyak jumlah penghuni dalam satu lahan rumah tinggal, maka semakin besar prosentase KTV yang dibutuhkan untuk mengimbangi kebutuhan Oksigen penghuni rumah tinggal secara mandiri.
- Ada konsekuensi logis bahwa semakin besar gaya hidup penghuni rumah tinggal atas jumlah dan jenis kepemilikan kendaraan bermotor berupa motor atau mobil maka semakin besar pula prosentase KTV yang dibutuhkan.

- Pengaruh yang signifikan jelas terlihat pada simulasi untuk tiap tambahan satu (1) buah kendaraan bermotor berupa mobil, maka dipastikan untuk menyediakan tambahan luas taman vertikal.

Sampai dengan luas lahan rumah tinggal = 350 m² dengan KDH = 30%, tambahan satu (1) buah mobil, tidak cukup untuk pemenuhan Oksigen mandiri. Perlu adanya tambahan angka prosentase KTV agar kontribusi Oksigen seimbang (0%).

Data menunjukkan suatu keluarga empat (4) penghuni dengan kepemilikan satu (1) buah mobil dapat memenuhi kebutuhan Oksigen secara mandiri, tanpa tambahan KTV jika luas lahan rumah tinggalnya sekurang-kurangnya 500 m² dan KDH = 30%.

- Luas lahan 83 m² merupakan kondisi dimana variabel jumlah penghuni dan variabel KDH pengaruhnya sama (10%). Pada luas lahan 60-82 m², variabel jumlah penghuni lebih berpengaruh dibandingkan variabel KDH. Sebaliknya pada luas lahan 84 m² atau lebih, variabel KDH lebih berpengaruh daripada variabel jumlah penghuni.
- Uji Sensitivitas terhadap tingkat kenaikan KTV, diukur berdasarkan tiap 10 m² selisih kenaikan luas lahan tidaklah linear. Percepatan prosentase selisih kenaikan KTV pada luas lahan minimum (70 m² - 60 m²), lebih cepat dari pada prosentase kenaikan KTV pada luas lahan efektif (80 m² - 70 m²); percepatan prosentase selisih kenaikan KTV pada luas lahan efektif (90 m² - 80 m²), lebih cepat dari pada prosentase kenaikan KTV pada luas lahan ideal (200 m² - 10 m²), dst.

Artinya, semakin kecil luas lahan rumah tinggal, maka prosentase KTV semakin besar. Sebaliknya jika luas lahan rumah tinggal semakin besar, maka prosentase KTV semakin kecil.

6. REFERENSI

- Amos, Jonathan;(2006), *Care needed with carbon offsets*: BBC News: San Francisco. Diakses dari <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6184577.stm>
- Gibbard, S.G., K. Caldeira, G.Bala, T.J. Phillips, and M.Wickett;(2005), *Climate Effect of Global Land Cover Change*, Lowrence Livermore National Laboratory: Geophysical Research Letters: California. Diakses dari <https://e-reportsext.llnl.gov/pdf/324200.pdf>
- Kementerian Pemukiman dan Prasarana Wilayah RI; (2002), *Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah, no 403/KPTS/M/2002, tentang Pedoman Teknis Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (Rs SEHAT)*. Jakarta: Kementrian Pemukiman dan Prasarana Wilayah
- Kementrian Pekerjaan Umum RI;(2008), *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum RI.
- Margono, Belinda Arunarwati, Peter V Potapov, Svetlana Turubanova, Fre Stolle and Matthew C Hansen;(2014), *Primary Forest Cover Loss in Indonesia over 2000-2012*, *Nature Climate Change*: Advance Online Publication. Diakses dari <http://www.nature.or.id/en/publication/forestry-reports-and-guidelines/jagd-2014-primary-forest-cover-loss-in-indonesia-eng.pdf>
- Pemerintah Daerah DKI Jakarta; (2012), *Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta, Nomor 1 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah DKI Jakarta 2030*. Jakarta: Pemerintah Daerah DKI Jakarta.
- Pemerintah Daerah DKI Jakarta; (2012), *Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta Tahun 2012 tentang Rencana Detail Tata Ruang & Peraturan Zonasi, Lampiran I-IV, Program Pengembangan Kota Hijau (P2KH)*. Jakarta: Pemerintah Daerah DKI Jakarta.
- Pemerintah Daerah DKI Jakarta; (2014), *Peraturan Daerah Provinsi DKI Jakarta, Nomor 1 Tahun 2014 tentang Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi*. Jakarta: Pemerintah Daerah DKI Jakarta.
- [Pemerintah Daerah DKI Jakarta;\(1997\), Keputusan Gubernur Nomor 1516 Kepala DKI Jakarta Tahun 1997 tentang Rencana Rinci Tata Ruang untuk Wilayah Kecamatan di Daerah Khusus Ibukota Jakarta](#). Jakarta: Pemerintah Daerah DKI Jakarta.
- [Pemerintah Daerah DKI Jakarta;\(1999\), Peraturan Daerah DKI Jakarta Nomor 6 tahun 1999 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Jakarta: Pemerintah Daerah DKI Jakarta](#).

Republik Indonesia;(2007), *Undang-undang Republik Indonesia, Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang*. Jakarta: Sekretariat Negara RI.

Wolverton;(1989), *The National Aeronautics and Space Administration (NASA) : Interior Lanscape Plants For Indoor Air Pollution Abatement*, NASA Science and Technology Laboratory: Mississippi. Diakses dari <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930073077.pdf>