

ANALISIS DAYA DUKUNG LAHAN DALAM MENGENDALIKAN PERTUMBUHAN PENGGUNAAN LAHAN UNTUK BANGUNAN DI WILAYAH PERKOTAAN

Amar Akbar Ali

Dosen Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Tadulako, Palu
E-mail: amar@untad.ac.id

Abstrak. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis daya dukung lahan agar dapat mengendalikan pertumbuhan luas penggunaan lahan untuk bangunan di wilayah perkotaan sesuai karakteristik lahan, serta mengupayakan cara mengantisipasinya agar mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan secara berkelanjutan. Penelitian ini dilakukan di Kota Palu dengan pendekatan metode spasial dan kuantitatif. Data penelitian dikategorikan menjadi dua kelompok yaitu data spasial dan aspasial, yang diperoleh melalui teknik survey, pencatatan/perekaman dokumen, pemetaan serta digitasi foto citra satelit dengan setting data tahun 2010 sebagai tahun awal analisis. Data dianalisis menggunakan metode paduserasi, pemrosesan citra, dan model matematik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kota Palu sebagai kota teluk memiliki karakteristik lahan yang cukup spesifik dengan kawasan lindung mencapai hampir setengah dari total luas wilayahnya yaitu 48,94% dan sisanya adalah kawasan budidaya sebesar 51,06%. Masih tersedia lahan untuk bangunan sebesar 34,74% dari 51,06% kawasan budidayanya. Berdasarkan hasil analisis daya dukung lahan maka kawasan budidaya belum terbangun di Kota Palu akan penuh pada tahun 2056 dengan daya tampung 1.052.730 penduduk. Upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam menangani agar penggunaan lahan untuk bangunan mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan yang berkelanjutan adalah melakukan efisiensi luas penggunaan lahan untuk bangunan, mengendalikan pertumbuhan penduduk, menambah luas lahan untuk bangunan, dan mengembangkan bangunan berlantai banyak.

Kata kunci: Daya Dukung Lahan, Penggunaan Lahan, Bangunan, Wilayah Perkotaan

I. PENDAHULUAN

Keterbatasan sumberdaya lahan memicu terjadinya persaingan dan peningkatan kebutuhan terhadap penggunaan lahan, baik untuk pemanfaatan pertanian, permukiman maupun pemanfaatan lainnya, sehingga diperlukan pemikiran seksama dalam pengambilan keputusan terhadap pemanfaatan yang paling menguntungkan dari sumberdaya lahan yang terbatas, serta diperlukan juga tindakan konservasi untuk pemanfaatan lahan pada masa mendatang (Sandy, 1980). Kecenderungan seperti ini telah memotivasi pemikiran para ahli akan perlunya suatu perencanaan dan/atau penataan kembali penggunaan lahan agar dapat dimanfaatkan secara lebih efisien (Sitorus, 1995).

Seluruh aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya selalu membutuhkan wadah/ruang, sehingga ketersediaan lahan sangat besar pengaruhnya terhadap aktivitas manusia. Selain itu, besarnya jumlah penduduk juga akan sangat menentukan kemampuan wilayah tersebut untuk mendukung aktivitas penduduknya, sehingga memperoleh suatu standar

hidup yang layak (Bratakusumah *et.al*, 2005).

Setiap bentuk intervensi manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya disebut sebagai penggunaan lahan (*land use*). Pendapat lain mengemukakan bahwa penggunaan lahan merupakan suatu proses yang dinamis, sebagai hasil dari perubahan pada pola dan besarnya aktivitas manusia sepanjang waktu, sehingga masalah yang berkaitan dengan lahan merupakan masalah yang kompleks. Oleh karena itu upaya pemanfaatan sumberdaya lahan yang optimal memerlukan alokasi penggunaan lahan yang efisien (Saefulhakim dan Nasoetion, 1994).

Ketidaktepatan penggunaan lahan pada umumnya disebabkan oleh tekanan peningkatan jumlah penduduk yang menuntut kebutuhan lahan untuk pengembangan sektor permukiman, industri, perdagangan dan jasa sebagai konsekuensi dari proses pertumbuhan perekonomian ke arah non pertanian (Hasni, 2010). Secara global, pertumbuhan penduduk dunia mencapai 1,4% per tahun, sedangkan jumlah penduduk dunia saat ini lebih dari 5,9 milyar dan diperkirakan pada tahun

2025 mencapai 8 milyar (Enger dan Bradley, 2000). Pemerintah Amerika Serikat memperkirakan bahwa jumlah penduduk dunia sekitar 10 milyar pada tahun 2050 dan akan terus bertambah (Enger dan Bradley, 2000).

Penggunaan lahan untuk bangunan dan pekarangan yang terus meningkat terutama di Kota Palu sebagai kota teluk akan menimbulkan masalah dikemudian hari. Hal ini dikarenakan luas lahan yang terbatas sifatnya, sementara kebutuhan lahan untuk bangunan dan pekarangannya senantiasa bertambah seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan aktivitas perkotaan, dimana pada saat tertentu lahan di Kota Palu akan penuh dengan bangunan (Amar, 2011).

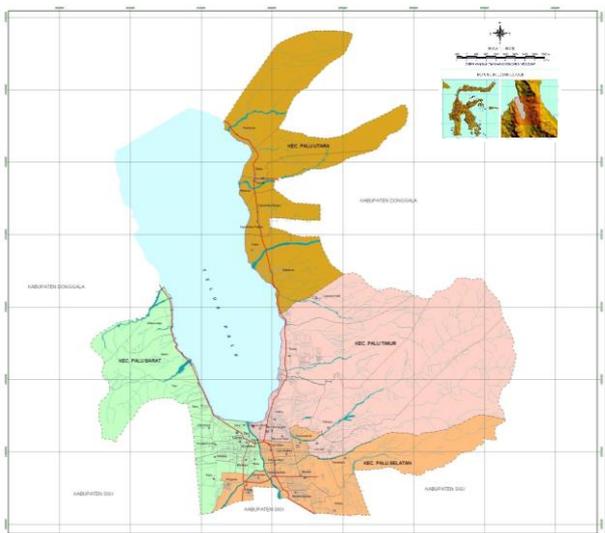
Peningkatan penggunaan lahan untuk bangunan ini, dalam beberapa kasus, khususnya di Kota Palu sebagai kota teluk, belum diikuti dengan kebijakan pemerintah yang mengatur penggunaan lahan tersebut, terutama terkait dengan daya dukung lahan, sebagai langkah antisipatif terhadap keterbatasan ketersediaan lahan yang merupakan faktor pembatas bagi perkembangan ruang kota teluk (Amar, *et. al*, 2011)..

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung lahan agar dapat mengendalikan pertumbuhan luas penggunaan lahan untuk bangunan di Kota Palu sebagai wilayah perkotaan sesuai karakteristik lahan, serta mengupayakan cara mengantisipasinya agar mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan secara berkelanjutan.

II. METODOLOGI

A. Ruang Lingkup Penelitian

Sesuai dengan desain penelitian, maka yang dijadikan kasus wilayah studi adalah Kota Palu sebagai Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah (lihat Gambar 1). Penelitian lapangan, pengumpulan dan analisis data dilaksanakan dalam kurung waktu tahun 2011 dengan setting data tahun 2010 sebagai tahun awal analisis.



Gambar 1. Peta administratif Kota Palu Tahun 2010

B. Metode Pengumpulan Data

Berdasarkan jenisnya, data yang dikumpulkan dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu : data ruang (spasial) dan data non ruang (aspasial) yang menggambarkan karakteristik fisik lahan di Kota Palu sebagai kota teluk. Data spasialnya antara lain: data peta topografi, peta geologi, peta hidrologi dan peta luas pengguna lahan kawasan lindung, kawasan budidaya (kawasan permukiman, perkantoran, pariwisata, perdagangan dan jasa) serta luas penggunaan lahan untuk bangunan yang diperoleh dari hasil digitasi foto citra satelit dan peta revisi RTRW Kota Palu Tahun 2010, sedangkan data aspasialnya meliputi data kondisi fisik lahan, data luas penggunaan lahan untuk bangunan, serta data jumlah penduduk, keluarga dan tamu hotel berupa data *time series*.

Data penelitian diperoleh dengan cara langsung dikumpulkan dari pengukuran langsung di lapangan melalui teknik survey atau observasi, pemetaan dan digitasi foto citra satelit dengan bantuan *software* GIS, serta secara tidak langsung dari literatur dan instansi terkait berupa dokumen-dokumen dan peraturan-peraturan melalui perekaman atau pencatatan dokumen.

C. Metode Analisis Data

Daya dukung luas lahan yang masih tersedia untuk bangunan mampu mendukung pertumbuhan penduduk di Kota Palu dilakukan terhadap penggunaan lahan kawasan permukiman dan sarana akomodasi wisata dengan menggunakan model matematik. Daya dukung lahan dihitung berdasarkan besaran daya tampung dan ambang batas daya dukung lahan terhadap jumlah penduduk suatu kota. Besarnya daya tampung lahan adalah ketika pertumbuhan jumlah penduduk, rumah tangga dan jumlah tamu hotel mencapai batas waktu yang sama dengan batas waktu lahan yang masih tersedia mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan pada kawasan permukiman dan sarana akomodasi wisata.

Sedangkan besarnya ambang batas daya dukung lahan dapat diketahui melalui hasil perhitungan daya tampung lahan terhadap besaran konsumsi lahan per kapita dan tingkat kepadatan penduduk per hektar. Adapun persamaan ambang batas daya dukung lahan untuk besaran konsumsi per kapita dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_1 = L/P \quad (1)$$

Dimana :

A_1 = Konsumsi lahan per kapita (Ha/Jiwa)

L = Luas Lahan (Ha)

P = Populasi Penduduk (orang atau jiwa).

Sedangkan persamaan ambang batas daya dukung lahan untuk tingkat kepadatan penduduk per hektar dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A_2 = P/L \quad (2)$$

Dimana :

A_2 = Kepadatan penduduk per hektar (jiwa/Ha)

P = Populasi Penduduk (orang atau jiwa)

L = Luas Lahan (Ha)

Selanjutnya akan dikemukakan pula upaya-upaya penanganan lahan agar mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan lebih lama sebagai langkah antisipatif dan progresif yang perlu diambil untuk merencanakan dan menata pengembangan ruang Kota Palu ke depan.

III. KAJIAN PUSTAKA

A. Analisis Daya Dukung Lahan

Daya dukung lingkungan atau dikenal juga dengan daya dukung lahan untuk wilayah perkotaan didefinisikan sebagai kapasitas fisik alam dan fisik binaan dalam menunjang aktivitas pemanfaatan ruang kota yang bersangkutan. Kapasitas ini berkaitan dengan jumlah populasi maksimal yang dapat didukung oleh lahan kota (*land carrying capacity*) hingga tidak menimbulkan kerusakan lingkungan dan mengancam keberlanjutan pembangunan pada kota. Analisis terhadap kapasitas atau daya dukung lahan merupakan salah satu alat perencanaan yang sangat efektif digunakan dalam merencanakan penggunaan lahan dan manajemen pertumbuhan wilayah perkotaan untuk jangka panjang (Heung, 2002).

Selanjutnya, McCall (1995) juga berpendapat bahwa daya dukung adalah alat untuk analisis penggunaan lahan dan data populasi yang sistematis. Dengan cara ini kelangsungan hidup daerah atau kawasan dalam kaitan dengan ratio polulasi/tanahnya dapat ditentukan. Selain itu, keseimbangan antara daya dukung dari suatu lahan dengan keberadaan penduduk juga diperhitungkan, sehingga bisa diperkirakan daya serap potensi lahan dibandingkan dengan jumlah penduduk yang ada. Dengan demikian dapat dijaga keseimbangan antara potensi alam/lingkungan dan sumber daya manusianya. Akhirnya sebagai *multiplier effect*, masalah yang terkait dengan sosial kependudukan dan potensi lahan bisa diperhitungkan dan diatasi. Sejalan dengan itu, kondisi lingkungan dan ekosistem yang berada di wilayah pembangunan akan tetap terpelihara dan termanfaatkan sesuai dengan peruntukannya yang logis dan seimbang.

Informasi yang dapat diperoleh dari hasil analisis daya dukung secara umum akan menyangkut masalah daya dukung yang dimiliki oleh suatu wilayah dalam mendukung proses pembangunan dan pengembangan wilayah itu, dengan melihat perbandingan antara jumlah lahan yang dimiliki dan jumlah penduduk yang ada (Muta'ali, 2012).

B. Penggunaan Lahan Untuk Bangunan

Penggunaan lahan (*land use*) merupakan perwujudan fisik obyek-obyek yang menutupi lahan dan terkait dengan kegiatan manusia pada sebidang lahan (Lillesand dan Kiefer, 1994). Pendapat lain dikemukakan oleh Vink (1975) bahwa penggunaan

lahan adalah setiap bentuk campur tangan manusia terhadap sumberdaya lahan, baik yang bersifat permanen (tetap) atau rotasi (*cyclic*) yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan, baik material maupun spiritual.

Istilah penggunaan lahan sering diikuti dengan istilah *land cover* atau tutupan lahan. Terdapat perbedaan yang prinsip dalam kedua peristilahan tersebut. *Land cover* atau tutupan lahan merupakan keadaan biofisik dari permukaan bumi dan lapisan di bawahnya. *Land cover* menjelaskan keadaan fisik permukaan bumi sebagai lahan pertanian, gunung atau hutan. *Land cover* adalah atribut dari permukaan dan bawah permukaan lahan yang mengandung biota, tanah, topografi, air tanah dan permukaan, serta struktur manusia. Penutupan lahan (*land cover*) merupakan perwujudan fisik obyek-obyek yang menutupi lahan tanpa ada kaitannya dengan kegiatan manusia (Lillesand dan Kiefer, 1994). Sedangkan *land use* adalah tujuan manusia dalam mengeksplorasi *land cover* (Lambin *et al.* 2003).

Bangunan merupakan salah satu jenis penutupan lahan perkotaan (*urban land-cover*) yang sangat penting dalam klasifikasi penggunaan lahan. Distribusi dan pengembangan penggunaan lahan untuk bangunan dalam sebuah kota merupakan informasi yang sangat penting bagi perencanaan dan kajian lingkungan perkotaan. Walaupun demikian, pengumpulan data dan informasi terhadap penggunaan lahan untuk bangunan bukanlah suatu hal yang mudah (Zhang, 1999).

IV. HASIL DAN BAHASAN

A. Letak dan Luas Wilayah Kota Palu

Kota Palu secara geografis berada di tengah wilayah Kabupaten Donggala, tepatnya sepanjang bibir pantai Teluk Palu atau memanjang dari timur ke barat, terletak di sebelah selatan Garis Khatulistiwa pada koordinat $0^{\circ},36'' - 0^{\circ},57''$ LS dan $119^{\circ},45'' - 120^{\circ},01''$ BT.

Luas wilayah daratan Kota Palu secara administratif menurut arahan Revisi RTRW Kota Palu Tahun 2010 - 2030 adalah $\pm 395,06$ km² atau ± 39.506 Ha yang terdiri atas dataran rendah (pantai), dataran bergelombang dan dataran tinggi. Namun sebagaimana yang telah dikemukakan pada ruang lingkup wilayah penelitian sebelumnya, bahwa luas Kota Palu yang menjadi acuan penelitian adalah sekitar $\pm 378,61$ Km² atau $\pm 37.860,83$ Ha sebagaimana yang diperlihatkan Gambar 1 sesuai hasil digitasi foto citra satelit dan sinkronisasi dengan batas-batas wilayah sekitarnya.

B. Penggunaan Lahan Kota Palu

Jenis dan luas penggunaan lahan yang diuraikan pada bagian ini adalah kondisi penggunaan lahan eksisting Tahun 2010 di Kota Palu berdasarkan arahan RTRW Kota Palu yang dipaduserasikan dengan hasil digitasi foto citra satelit *ikonos* tahun 2009 dan *word view* terkini (awal tahun 2011) agar diperoleh hasil yang lebih valid dan akurat (lihat Tabel 1).

Berdasarkan uraian Tabel 1 maka luas penggunaan

lahan di Kota Palu dapat dikategorikan menjadi dua kelompok kawasan utama yaitu kawasan lindung dan kawasan budidaya. Kelompok kawasan lindung dengan luas $\pm 18.529,38$ Ha (48,94%) yang terdiri atas: kawasan hutan lindung (HL), kawasan Suaka Alam/TAHURA, kawasan penyangga, kawasan Hutan Produksi Terbatas (HPT), Arboretum, kawasan olahraga, kawasan pemakaman dan taman kota sebagai ruang terbuka hijau (RTH), serta sungai, tanggul sungai dan saluran irigasi sebagai ruang terbuka biru (RTB). Sedangkan kelompok kawasan budidaya mempunyai luas $\pm 19.331,45$ Ha (51,06%) meliputi kawasan hutan/areal penggunaan lain (APL), semak belukar/padang rumput, lahan kering/kebun dan tegalan, lahan basah/sawah, peternakan/kandang, tambak/penggarapan, kawasan perumahan dan permukiman, kawasan prasarana dan sarana kota, kawasan penghijauan, kawasan wisata dan akomodasi wisata, kawasan industri, tanah terbuka kosong serta penggunaan lahan lainnya (Amar *et. al*, 2011).

Tabel 1. Luas penggunaan lahan Kota Palu tahun 2010

No	Jenis penggunaan lahan	Jumlah (Ha)	%
1	Kws. Hutan Lindung	9.044,59	23,89
2	Kws. Suaka Alam	5.076,75	13,41
3	Kws. HPT	1.592,82	4,21
4	Kws. Penyangga	2.256,31	5,96
5	Kws. Arboretum	68,29	0,18
6	Kws. Hutan APL	1.672,38	4,42
7	Kws. Penghijauan	454,34	1,20
8	Kws. Industri	1.593,34	4,21
9	Kws. Pemakaman	21,92	0,06
10	Kws. Olahraga	69,81	0,18
11	Taman Kota	9,79	0,03
12	Kws. Wisata	59,54	0,16
13	Kws. Akomodasi Wisata	22,37	0,06
14	Kws. Perumahan & Permukiman	3.336,16	8,81
15	Kws. Perdagangan & Jasa	75,98	0,20
16	Kws. Perkrtn Militer/ Polisi	37,05	0,10
17	Kws. Perkantoran Pemerintah	99,87	0,26
18	Kws. Perkantoran Niaga	56,73	0,15
19	Kws. Sarana Kesehatan	28,93	0,08
20	Kws. Sarana Pendidikan	278,85	0,74
21	Kws. Sarana Peribadatan	17,10	0,05
22	Kws. Bandara Udara	125,43	0,33
23	Kws. Pelabuhan Laut Pantoloan	21,06	0,06
24	Kws. Pelabuhan Penyeberangan Taipa	1,41	0,00
25	Kws. Terminal Angk. Darat Pasar Inpres	0,53	0,00
26	Kws. Angk. Darat Tipe	3,40	0,01
27	Kws. Terminal Angk. Darat Petobo	2,30	0,01
28	Kws. Terminal Angk. Darat Mamboro	2,67	0,01
29	Kws. PLTD Silae	4,02	0,01
30	Kws. PLTU Mpanau	16,12	0,04
31	Kws. TPA Kawatuna	9,43	0,02
32	Kws. IPLT Talise	1,92	0,01
33	Lahan Basah/Sawah	268,38	0,71
34	Lahan Kering/Kebun	3.902,43	10,31
35	Lahan Kering/Tegalan	1.622,67	4,29
36	Kws. Peternakan	11,79	0,03
37	Tambak	25,38	0,07
38	Semak Belukar/P. Rumput	4.126,50	10,90
39	Tanah Terbuka Kosong	1.098,39	2,90
40	Saluran Irigasi	4,01	0,01
41	Tanggul Sungai	2,02	0,01
42	Sungai	383,07	1,01
43	Jalan	354,98	0,94
Total luas (Ha)		37.860,83	100,00

C. Kondisi Kependudukan Kota Palu

Berdasarkan hasil pencacahan SP2010 jumlah

penduduk Kota Palu adalah 336.532 orang yang terdiri atas 169.878 laki-laki dan 166.654 perempuan dengan angka sex ratio sebesar 102 menunjukkan bahwa penduduk laki-laki lebih banyak jika dibandingkan jumlah penduduk perempuan. Angka sex ratio 102 tersebut dapat diartikan bahwa setiap 1.000 orang penduduk perempuan ada 1.020 orang penduduk laki-laki. Dengan luas wilayah Kota Palu sekitar 37.860,83 Ha (378,61 Km²) yang didiami oleh 336.532 orang maka rata-rata tingkat kepadatan penduduk Kota Palu adalah 9 Orang/Ha (889 Orang/Km²). Selanjutnya dapat pula dikemukakan gambaran tentang banyaknya rumah tangga (RT) berdasarkan jumlah penduduk Kota Palu pada tahun 2010 adalah sebesar 79.241 RT.

Laju pertumbuhan penduduk Kota Palu per tahun selama sepuluh tahun terakhir yakni dari tahun 2000 – 2010 sebesar 2,26%, dimana jumlah kelahiran penduduknya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah kematian, jumlah kelahiran penduduk pada tahun 2010 yaitu sebanyak 4.128 jiwa dan jumlah kematian penduduk pada tahun 2010 yaitu sebanyak 854 jiwa. Sementara untuk data migrasi penduduk belum tersedia secara lengkap, terutama terkait dengan data penduduk pendatang secara regional maupun nasional, yang bermaksud untuk menetap dan berdomisili di Kota Palu. Walaupun demikian, dapatlah diinterpretasikan bahwa laju pertumbuhan penduduk alami memberikan sumbangsih lebih kecil ketimbang laju pertumbuhan penduduk migrasi terhadap laju pertumbuhan penduduk di Kota Palu.

D. Ketersediaan Lahan Untuk Bangunan di Kota Palu

Analisis ketersediaan lahan merupakan salah satu langkah yang perlu dilakukan, terutama terkait dengan ketersediaan luas lahan tersisa yang dapat dimanfaatkan untuk pendirian bangunan gedung, baik secara aspek teknis lahan maupun aspek hukumnya.

Secara spasial, ketersediaan penggunaan lahan untuk bangunan terhadap luas wilayah Kota Palu dapat dilakukan melalui pendekatan teknik analisis paduserasi (*overlay*) terhadap peta-peta dasar dan peta tematik, baik yang diperoleh dari Bakosurtanal dan dokumen RTRW Kota Palu maupun dari hasil digitasi dan klasifikasi penggunaan lahan dalam proses analisis citra (*image processing analysis*).

Selanjutnya secara kuantitatif, peta penggunaan lahan yang diperoleh dari hasil pengolahan data spasial dapat pula ditabulasi dan dikelompokkan sesuai jenis dan luas masing-masing penggunaan lahan kawasan, meliputi : kawasan lindung, kawasan budidaya terbangun, kawasan prasarana kota dan kawasan strategis kota, sebagaimana diuraikan pada Tabel 2.

Luas daratan Kota Palu yang digunakan selaku wilayah studi dalam penelitian ini adalah $\pm 37.860,83$ Ha (378,61 Km²). Luasan ini merupakan luas daratan secara teknis menurut hasil digitasi melalui bantuan foto citra satelit Ikonos tahun 2009 terhadap batas-batas administrasi Kota Palu yang dielarskan dan disinkronisasikan dengan batas-batas administrasi

wilayah sekitarnya, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 1.

Hasil analisis menunjukkan bahwa masih tersedia \pm 13.151,13 Ha lahan yang dikategorikan sebagai lahan untuk kegiatan budidaya, termasuk pendirian bangunan gedung, yaitu lahan yang secara biofisik, terutama dari aspek topografi dan kelerengan sesuai atau cocok untuk dimanfaatkan dan dikembangkan sebagai lahan pembangunan dari berbagai aktivitas budidaya. Kesesuaian yang dimaksud untuk mewedahi aktivitas budidaya ialah lahan tersebut secara aspek legal dan aspek teknis mampu mendukung pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan secara optimal, serta apabila lahan tersebut digunakan dengan baik tidak akan mengganggu kelestarian sumberdaya dan lingkungan (Amar, 2012).

Tabel 2. Luas jenis penggunaan lahan kawasan lindung, kawasan budidaya terbangun, kawasan prasarana kota dan kawasan strategis kota di Kota Palu

No	Jenis penggunaan lahan	Jumlah (Ha)	%
A Kawasan Lindung (K_L)			
1	Hutan Lindung	9.044,59	36,60
2	HPT	1.592,82	6,45
3	Suaka Alam/TAHURA	5.076,75	20,55
4	Penyangga/ArboretumRTH (Makam, Taman, Lapangan Olahraga)	2.426,12	9,82
5	Lindung Setempat (Sungai)	389,10	1,57
Jumlah Sub A		18.529,38	74,99
B Kawasan Budidaya Terbangun Eksisting (K_{BE})			
1	Perumahan dan Permukiman	3.336,16	13,50
2	Perdagangan & Jasa	75,98	0,31
3	Perkantoran	193,65	0,78
4	Industri	136,54	0,55
5	Pariwisata/Akomodasi	101,25	0,41
6	Pelayanan Umum	324,88	1,31
7	Peternakan/Kandang	11,79	0,05
Jumlah Sub B		4.180,25	16,92
C Kawasan Prasarana Kota (K_{PK})			
1	Prasarana Transportasi Darat	363,88	1,47
2	Prasarana Transportasi Laut	22,47	0,09
3	Prasarana Transportasi Udara	125,43	0,51
4	Prasarana Kelistrikan	20,14	0,08
5	Prasarana Persampahan	11,35	0,05
Jumlah Sub C		543,27	2,20
D Kawasan Strategis Kota (K_{SK})			
1	Strategi Pertumbuhan Ekonomi	1.456,80	5,90
Jumlah Sub D		1.456,80	5,90
Total (Ha)		24.709,70	100,00

E. Analisis Daya Dukung Lahan untuk Bangunan mampu Menampung Pertumbuhan Pengguna Lahan Kota Palu

Perhitungan daya dukung lahan untuk bangunan mampu menampung pertumbuhan penduduk di Kota Palu dilakukan pada masing-masing kawasan, yaitu kawasan permukiman untuk daya tampung penduduk dan rumah tangga, serta kawasan sarana akomodasi wisata untuk daya tampung tamu hotel, baik hotel berbintang maupun hotel non bintang dan akomodasi lainnya, dengan asumsi bahwa angka rata-rata pertumbuhan penduduk, rumah tangga dan tamu hotel adalah tetap.

1. Daya Tampung Lahan Kawasan Permukiman

Daya tampung kawasan permukiman di Kota Palu adalah ketika jumlah penduduk dan keluarga mencapai batas waktu yang sama dengan kemampuan ketersediaan lahan dalam mendukung pertumbuhan luas penggunaan lahan untuk bangunan pada kawasan permukiman yaitu tahun 2055 (lihat Tabel 3), dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Daya Tampung Penduduk pada Kawasan Permukiman

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung penduduk sesuai ketersediaan lahan untuk bangunan pada kawasan permukiman seluas \pm 12.493,57 Ha sebagai kawasan budidaya belum terbangun sampai dengan tahun 2055 adalah 1.027.354 orang penduduk. Bila ditambahkan dengan jumlah penduduk Kota Palu tahun 2010 sebesar 336.532 orang, maka lahan kawasan budidaya efektif terbangun seluas \pm 17.217,09 Ha untuk kawasan permukiman, sarana dan prasarananya di Kota Palu dapat menampung 1.363.886 orang penduduk sampai tahun 2055.

b. Daya Tampung Rumah Tangga pada Kawasan Permukiman

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung rumah tangga sesuai ketersediaan lahan untuk bangunan pada kawasan permukiman seluas \pm 6.188,0816 Ha sebagai kawasan budidaya belum terbangun sampai dengan tahun 2055 adalah 303.345 rumah tangga. Bila ditambahkan dengan jumlah rumah tangga Kota Palu tahun 2010 sebesar 79.241 rumah tangga, maka lahan kawasan budidaya efektif terbangun seluas \pm 9.524,24 Ha untuk rumah atau perumahan di Kota Palu dapat menampung 382.586 RT sampai tahun 2055.

Tabel 3. Pertumbuhan jumlah penduduk dan rumah tangga (RT) di Kota Palu tahun 2015 – 2100

No	Tahun	Jumlah penduduk	Jumlah rumah tangga
1	2015	387.119	89.198
2	2020	437.350	103.945
3	2025	494.098	121.130
4	2030	558.209	141.156
5	2035	630.640	164.493
6	2040	712.469	191.688
7	2045	804.915	223.379
8	2050	909.357	260.309
9	2055	1.027.350	303.345
10	2060	1.160.654	353.496
11	2065	1.311.255	411.939
12	2070	1.481.397	480.043
13	2075	1.673.616	559.406
14	2080	1.890.776	651.891
15	2085	2.136.113	759.666
16	2090	2.413.285	885.258
17	2095	2.726.421	1.031.614
18	2100	3.080.187	1.202.167

2. Daya Tampung Kawasan Pariwisata/Akomodasi Wisata

Daya tampung kawasan pariwisata/akomodasi wisata di Kota Palu adalah ketika jumlah tamu hotel berbintang serta hotel non bintang dan akomodasi lainnya mencapai batas waktu yang sama dengan

kemampuan ketersediaan lahan dalam mendukung pertumbuhan luas penggunaan lahan untuk bangunan pada kawasan sarana komodasi wisata yaitu tahun 2052 (lihat Tabel 4), dengan perhitungan:

a. Daya Tampung Tamu Hotel Berbintang

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung tamu hotel berbintang sesuai ketersediaan lahan untuk bangunan pada sarana akomodasi wisata seluas $\pm 263,02$ Ha sebagai kawasan budidaya belum terbangun sampai dengan tahun 2052 adalah 59.273 orang tamu hotel berbintang. Bila ditambahkan dengan jumlah tamu hotel berbintang di Kota Palu tahun 2010 sebesar 49.856 orang, maka lahan kawasan budidaya efektif terbangun seluas $\pm 364,27$ Ha untuk sarana akomodasi wisata dapat menampung 109.129 orang tamu hotel berbintang sampai tahun 2052.

b. Daya Tampung Hotel Non Bintang dan Akomodasi Lainnya

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung tamu hotel non bintang dan akomodasi lainnya sesuai ketersediaan lahan untuk bangunan pada sarana akomodasi wisata seluas $\pm 263,02$ Ha sebagai kawasan budidaya belum terbangun sampai dengan tahun 2052 adalah 585.362 orang tamu hotel non bintang dan akomodasi lainnya. Bila ditambahkan dengan jumlah tamu hotel non bintang di Kota Palu tahun 2010 sebesar 341.202 orang, maka lahan kawasan budidaya efektif terbangun seluas 364,27 Ha untuk sarana akomodasi wisata di Kota Palu dapat menampung 926.564 orang tamu hotel non bintang dan akomodasi lainnya sampai tahun 2052.

Tabel 4. Pertumbuhan jumlah tamu hotel berbintang dan hotel non bintang dan akomodasi lainnya di Kota Palu tahun 2015-2100

No	Tahun	Jumlah tamu hotel berbintang	Jumlah tamu hotel non bintang dan akomodasi lainnya
1	2015	30.349	178.415
2	2020	35.330	233.660
3	2025	39.809	288.800
4	2030	43.922	343.854
5	2035	47.750	398.837
6	2040	51.350	453.758
7	2045	54.761	508.626
8	2050	58.012	563.446
9	2055	61.125	618.223
10	2060	64.117	672.961
11	2065	67.004	727.663
12	2070	69.795	782.332
13	2075	72.501	836.970
14	2080	75.129	891.580
15	2085	77.687	946.162
16	2090	80.180	1.000.719
17	2095	82.613	1.055.252
18	2100	84.991	1.109.762

3. Daya Tampung Kawasan Budidaya Belum Terbangun

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya tampung penduduk sesuai ketersediaan lahan untuk bangunan pada kawasan budidaya belum terbangun seluas 13.151,13 Ha sebagai kawasan budidaya belum

terbangun sampai dengan tahun 2056 adalah 1.052.730 orang penduduk. Bila ditambahkan dengan jumlah penduduk Kota Palu tahun 2010 sebesar 336.532 orang, maka lahan kawasan budidaya efektif terbangun seluas $\pm 17.874,65$ Ha untuk kawasan permukiman, sarana dan prasarannya di Kota Palu dapat menampung 1.389.262 orang penduduk sampai dengan tahun 2056.

4. Ambang Batas Daya Dukung Lahan di Kota Palu

Ambang batas daya dukung lahan dapat diketahui melalui perhitungan daya tampung lahan yang terkait dengan kebutuhan lahan per kapita dan kepadatan penduduk per hektar. Nilai yang didapat dari hasil perhitungan daya tampung dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui kawasan mana saja yang berada pada kondisi ambang batas yang masih dapat dimanfaatkan.

Tabel 5. Konsumsi lahan per perorang/kapita menurut populasi penduduk kota

No	Populasi penduduk kota (jiwa)	Konsumsi lahan (Ha/jiwa)
1	10.000	0,100
2	25.000	0,091
3	50.000	0,086
4	100.000	0,076
5	250.000	0,070
6	500.000	0,066
7	1.000.000	0,061
8	2.000.000	0,057

Nilai ambang batas daya dukung lahan yang ditunjukkan dengan konsumsi lahan per kapita untuk berbagai ukuran populasi kota merujuk pada Yeates (1980) sebagaimana yang terlihat pada Tabel 5. Apabila nilai ambang batas daya dukung lahan tersebut melebihi nilai konsumsi lahan per kapita yang ditentukan maka dikatakan populasi penduduk pada wilayah tersebut sudah melebihi daya dukung lingkungannya (di luar ambang batas). Tabel tersebut menunjukkan bahwa ukuran penggunaan lahan di wilayah perkotaan untuk ukuran jumlah populasi penduduk tertentu membutuhkan konsumsi lahan dengan luasan tertentu. Semakin besar jumlah penduduk kota maka semakin kecil konsumsi lahan per ha per kapitanya.

Selanjutnya nilai ambang batas daya dukung lahan yang ditunjukkan dengan tingkat kepadatan penduduk per hektar merujuk pada SNI-03-1733-2004 sebagaimana yang diperlihatkan pada Tabel 6.

Apabila nilai ambang batas daya dukung lahan tersebut melebihi tingkat kepadatan maksimal penduduk per hektar yang ditentukan maka dikatakan populasi penduduk pada wilayah tersebut sudah melebihi daya dukung lingkungannya (di luar ambang batas).

Daya dukung lahan berdasarkan daya tampung lahan di Kota Palu, dihitung dengan menggunakan persamaan (1) dan (2), baik kondisi awal (tahun 2010) maupun hasil penghitungan daya tampung lahan pada tahun 2056, dengan tujuan untuk melihat perbandingan daya dukung lahan antara kedua tahun tersebut

terhadap pertumbuhan penduduk dan ketersediaan lahan untuk bangunan.

Tabel 6. Klasifikasi tingkat kepadatan menurut kepadatan penduduk kawasan perkotaan

No	Kepadatan penduduk (jiwa/Ha)	Klasifikasi tingkat kepadatan
1	< 150	Rendah
2	151 - 200	Sedang
3	201 - 400	Tinggi
4	> 400	Sangat Tinggi

a. Daya Dukung Lahan Kota Palu Tahun 2010

Penghitungan daya dukung lahan Kota Palu pada tahun 2010 dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- 1) Luas lahan kawasan budidaya kota yaitu $\pm 19.331,45$ Ha dibagi dengan jumlah penduduk tahun 2010 yakni 336.532 orang, adalah :
 $19.331,45 \text{ Ha} / 336.532 \text{ Orang} = 0,057 \text{ Ha/Orang}$.

Bila luas total kawasan budidaya dijadikan sebagai acuan untuk daya tampung lahan, maka berdasarkan standar Yates konsumsi lahan per kapita masih lebih kecil atau belum melebihi ambang batas dengan rasio **1 : 0,84**. Selayaknya untuk 336.532 orang penduduk konsumsi lahan per kapita sebesar $\pm 0,068 \text{ Ha/Orang}$.

Menurut tingkat kepadatan penduduk, daya dukung lahannya dapat dihitung melalui pembagian jumlah penduduk tahun 2010 yakni 336.532 dengan luas lahan kawasan budidaya kota yaitu $\pm 19.331,45$ Ha, adalah :

$$336.532 / 19.331,45 \text{ Ha} = 18 \text{ Jiwa/Ha}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa klasifikasi tingkat kepadatan penduduk Kota Palu tahun 2010 dengan total kawasan budidaya dijadikan sebagai acuan luas lahannya masih tergolong rendah.

- 2) Luas lahan budidaya terbangun kota yaitu $\pm 4.723,52$ Ha dibagi dengan jumlah penduduk tahun 2010 yakni 336.532 orang, adalah :

$$4.723,52 \text{ Ha} / 336.532 \text{ Orang} = 0,014 \text{ Ha/Orang}$$

Bila luas lahan budidaya terbangun dijadikan sebagai acuan untuk daya tampung lahan, maka berdasarkan standar Yates konsumsi lahan per kapita masih lebih kecil atau belum melebihi ambang batas dengan rasio **1 : 0,21**. Selayaknya untuk 336.532 orang penduduk konsumsi lahan per kapita sebesar $\pm 0,068 \text{ Ha/Orang}$.

Menurut tingkat kepadatan penduduk, daya dukung lahannya dapat dihitung melalui pembagian jumlah penduduk tahun 2010 yakni 336.532 dengan luas lahan kawasan budidaya terbangun kota yaitu $\pm 4.723,52$ Ha, adalah :

$$336.532 / 4.723,52 \text{ Ha} = 71 \text{ Jiwa/Ha}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa klasifikasi tingkat kepadatan penduduk Kota Palu tahun 2010 dengan total kawasan budidaya terbangun dijadikan sebagai acuan luas lahannya pun masih tergolong rendah.

b. Daya Dukung Lahan Kota Palu Tahun 2056

Penghitungan daya dukung lahan Kota Palu pada tahun 2056 juga dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- 1) Luas lahan kawasan budidaya kota yaitu $\pm 19.331,45$ Ha dibagi dengan total jumlah penduduk tahun 2056 yakni 1.389.262 orang, adalah :
 $19.331,45 \text{ Ha} / 1.389.262 \text{ Orang} = 0,014 \text{ Ha/Orang}$. Bila luas total kawasan budidaya dijadikan sebagai acuan untuk daya tampung lahan, maka berdasarkan standar Yates konsumsi lahan per kapita masih lebih kecil atau belum melebihi ambang batas dengan rasio **1 : 0,23**. Selayaknya untuk 1.389.262 orang penduduk konsumsi lahan per kapita sebesar $\pm 0,059 \text{ Ha/Orang}$.

Menurut tingkat kepadatan penduduk, daya dukung lahannya dapat dihitung melalui pembagian total jumlah penduduk tahun 2056 yakni 1.389.262 dengan luas lahan kawasan budidaya terbangun kota yaitu $\pm 19.331,45$ Ha, adalah :

$$1.389.262 / 19.331,45 \text{ Ha} = 72 \text{ Jiwa/Ha}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa klasifikasi tingkat kepadatan penduduk Kota Palu tahun 2056 dengan total jumlah penduduk dan total kawasan budidaya dijadikan sebagai acuan luas lahannya masih tergolong rendah.

- 2) Luas lahan budidaya belum terbangun kota yaitu $\pm 13.151,13$ Ha dibagi dengan jumlah penduduk tahun 2056 sesuai daya tampungnya yakni 1.052.730 orang, adalah :

$$13.151,13 \text{ Ha} / 1.052.730 \text{ Orang} = 0,013 \text{ Ha/Orang}$$

Bila luas lahan budidaya belum terbangun dijadikan sebagai acuan untuk daya tampung lahan, maka berdasarkan standar Yates konsumsi lahan per kapita masih lebih kecil atau belum melebihi ambang batas dengan rasio **1 : 0,2**. Selayaknya untuk 1.052.730 orang konsumsi lahan per kapita sebesar $\pm 0,061 \text{ Ha/Orang}$.

Menurut tingkat kepadatan penduduk, daya dukung lahannya dapat dihitung melalui pembagian jumlah penduduk tahun 2056 sesuai daya tampung yakni 1.078.733 dengan luas lahan kawasan budidaya belum terbangun kota yaitu 13.151,13 Ha, adalah :

$$1.052.730 / 13.151,13 \text{ Ha} = 80 \text{ Jiwa/Ha}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa klasifikasi tingkat kepadatan penduduk Kota Palu sesuai daya tampungnya tahun 2056 dengan kawasan budidaya belum terbangun dijadikan sebagai acuan luas lahannya pun masih tergolong rendah.

F. Bahasan Hasil Penelitian

Sebagai salah satu alat yang dapat digunakan dalam proses perencanaan pembangunan suatu wilayah, analisis daya dukung (*carrying capacity analysis*) (Hardin, 1991; Kirchner *et al.*, 1985; Catton, 1986; Ress, 1996; McCall, 1995; Heung, 2002) dapat memberikan informasi yang diperlukan oleh para perencana dalam menilai tingkat kemampuan lahan dalam mendukung segala aktivitas manusia yang ada di wilayah bersangkutan. Mengetahui tingkat dukungan dari suatu area/lahan sangat penting bagi seorang perencana wilayah, karena ia akan bisa memperkirakan berbagai kemungkinan yang bisa terjadi atau memperkirakan tingkat kebutuhan penduduk yang

disesuaikan dengan kondisi lahan yang ada. Dengan demikian seorang perencana tidak hanya sekedar mengetahui tingkat dukungan dari lahan semata, tapi sekaligus juga bisa mengetahui dampak atau pengaruh yang mungkin ditimbulkan dari pemanfaatan suatu lahan.

Pertimbangan secara komprehensif tentang perencanaan suatu kota diperlukan untuk mengetahui data dan informasi tentang potensi dan kapasitas lahan yang mampu menjadi sumber daya pembangunan secara berkelanjutan, terutama yang terkait dengan daya dukung lahan untuk bangunan dan kebutuhan prasarananya (Hudson, 1997).

Pandangan lain dikemukakan oleh Heung, Ivy (2002) sebagai tanggapan terhadap perencanaan penggunaan lahan di kawasan perkotaan. Heung lebih menitikberatkan pada pendekatan model kuantitatif dalam mengatur kebutuhan penggunaan lahan dengan penelitiannya yang bertopik *Land Capacity Analysis*. Heung menyimpulkan bahwa analisis kapasitas lahan merupakan salah satu alat yang sangat efektif untuk mengatur strategi penggunaan lahan, termasuk penggunaan lahan untuk bangunan, dan pengembangan kota untuk jangka waktu yang lama.

Pertambahan penduduk dalam suatu wilayah perkotaan selalu diikuti oleh peningkatan kebutuhan penggunaan lahan. Dua faktor utama yang sangat berperan adalah faktor penduduk (demografis) dan aspek-aspek kependudukan (Yunus, 1987). Dari segi demografi yang paling penting adalah segi kuantitas, sementara aspek kependudukan seperti aspek politik, sosial, ekonomi, dan teknologi juga selalu mengalami perubahan. Kuantitas dan kualitas kegiatannya selalu meningkat sejalan dengan pertambahan penduduk perkotaan, sehingga ruang atau lahan sebagai wadah kegiatan tersebut juga selalu mengalami peningkatan.

Selanjutnya Muta'ali (2012) juga berpendapat bahwa setidaknya terdapat dua variabel pokok yang harus diketahui secara pasti untuk melakukan analisis daya dukung, yaitu (1) potensi lahan yang tersedia, termasuk luas lahan, dan (2) jumlah penduduk.

Seperti halnya fenomena-fenomena yang terjadi di wilayah perkotaan, maka Palu sebagai salah satu kota di Indonesia yang dijadikan objek dalam penelitian, juga mengalami permasalahan yang sama terkait dengan pertumbuhan penduduk yang dibarengi dengan peningkatan penggunaan lahan kota, terutama penggunaan lahan untuk bangunan, namun kondisinya belum separah dengan kota-kota besar lain sehingga pola penggunaan lahannya masih sangat memungkinkan untuk ditata dan dikembangkan sesuai ketersediaan lahan (*supply*) dan kebutuhan pemanfaatannya (*demand*) agar tidak melampaui daya dukung lahannya (Amar, 2012).

G. Upaya-Upaya Dalam Menangani Penggunaan Lahan Bangunan di Kota Palu

1. Melakukan Efisiensi Luas Penggunaan Lahan untuk Bangunan per 1 Pengguna
Efisiensi luas penggunaan lahan untuk bangunan

per 1 pengguna merupakan salah satu upaya yang perlu dilakukan untuk menurunkan pertumbuhan penggunaan lahan untuk bangunan. Luas penggunaan lahan untuk bangunan per 1 pengguna antara lain berhubungan dengan persyaratan kepadatan dan ketinggian bangunan yang meliputi koefisien dasar bangunan (KDB) maupun koefisien lantai bangunan (KLB).

2. Mengendalikan Pertumbuhan Penduduk

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa laju pertumbuhan penduduk alami memberikan sumbangsih lebih kecil ketimbang laju pertumbuhan penduduk migrasi terhadap laju pertumbuhan penduduk di Kota Palu. Oleh karena itu, Pemerintah kota selaku pengambil keputusan perlu sejak dini memberikan perhatian yang serius, terutama dalam kebijakan pengendalian laju pertumbuhan penduduk migrasi yang akan masuk ke Kota Palu untuk tinggal dan menetap, agar nantinya tidak terjadi kelebihan rasio daya dukung (*over capacity ratio*) antara jumlah penduduk dengan ketersediaan lahan yang dimiliki.

3. Menambah Luas Lahan untuk Bangunan

Sesuai karakteristik wilayahnya, penambahan luas lahan atau kawasan untuk bangunan di Kota Palu dapat dilakukan dengan melakukan antara lain: a) Konversi lahan pada kawasan hutan lindung untuk dijadikan Areal Penggunaan Lain (APL) agar dapat dimanfaatkan sebagai kawasan budidaya terbangun; b) Konsolidasi lahan (*land consolidation*) terhadap lahan-lahan tidur atau lahan-lahan terlantar milik warga masyarakat; dan c) Reklamasi pantai untuk menambah luas kawasan terbangun, khususnya terkait dengan pemanfaatan kawasan pariwisata dan sarana akomodasi wisata, melalui pelaksanaan studi analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) maupun studi-studi terkait lainnya dengan senantiasa mempertimbangkan aspek kelestarian lingkungan hidup, kondisi sosial ekonomi dan budaya, serta nilai-nilai kearifan lokal masyarakat setempat.

4. Mengembangkan Bangunan Berlantai Banyak

Pengembangan bangunan berlantai banyak (*multi-storied buildings*) juga dapat menjadi salah satu solusi yang baik dalam rangka peremajaan dan revitalisasi kawasan-kawasan bangunan lama (> 50 tahun) maupun kawasan-kawasan permukiman kumuh dan liar (*slums and squeter areas*), untuk dijadikan hunian bertingkat sebagai hunian baru yang lebih layak. Hal ini berarti bahwa pembangunan hunian bertingkat merupakan suatu bentuk perkembangan perumahan dan permukiman yang layak secara vertikal, tidak lagi horisontal yang memakan banyak lahan (*landed house*). Namun, Pembangunan bangun berlantai banyak ini tentunya disertai dengan studi dan kajian khusus, terutama terkait dengan daya dukung struktural bangunan, mengingat kondisi geologi, mitigasi dan kegempaan di Kota Palu yang sangat spesifik pola dan karakternya.

V. PENUTUP

Simpulan yang dapat dikemukakan bahwa dari hasil perhitungan daya dukung lahan di Kota Palu di atas,

baik untuk tahun 2010 maupun untuk tahun 2056 sebagai batas waktu ketersediaan dan daya dukung lahan mampu mendukung pertumbuhan luas penggunaan lahan untuk bangunan dan pertumbuhan penduduk, terlihat bahwa nilai daya dukung lahan di Kota Palu, baik menurut konsumsi atau kebutuhan lahan per kapita maupun tingkat kepadatan penduduknya, belum melebihi ambang batas, bahkan masih jauh di luar ambang batas daya dukung lingkungan.

Penelitian ini menunjukkan bahwasanya analisis daya dukung merupakan salah satu alat yang dapat digunakan dalam upaya melakukan pengendalian pertumbuhan penggunaan lahan, terutama terkait dengan penggunaan lahan untuk bangunan di wilayah perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amar, 2012, Land Use Model for Building Based On Carrying Capacity of City Land (Case Study : Palu City), Indonesian Journal of Geography, Vol. 4, Nomor 2, December 2012, Faculty of Geography UGM and The Indonesian Geographers Association, p. 183-194, Yogyakarta.
- Amar, 2011, Study of Land Capability to the Need of Land Use for Building Growth in Palu City. Paper International Seminar Geospatial and Human Dimension of Sustainable Natural Resource Management. IPB International Convention Centre. Bogor - Indonesia 12 – 13 September 2011.
- Amar, Selintung Mary., Barkey, Roland A., dan Thaha, M. Arsyad, 2011, Land Availability and Capacity Analysis for Building in Territory of Urban (Case Study : Palu City). Paper International Seminar The 3rd International Graduate Student Conference on Indonesia. Thema “Indonesian Urban Cultures and Societies”. The Graduate School Gajah Mada University. Yogyakarta, November 8th and 9th, 2011.
- Amar, Selintung Mary., Barkey, Roland A., dan Thaha, M. Arsyad, 2011, Land Use Spatial Model for Building Based on Availability and Capacity of Land in Territory of Coastal City (Case Study : Palu City). Proceedings of the Sixth International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC 2011) December 14 – 16, 2011, Hong Kong, China. p. 517 – 524. ISBN : 978-981-4366-47-2.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004, Tata cara perencanaan lingkungan perumahan sederhana tidak bersusun di daerah perkotaan. Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-6981-2004.
- Bratakusumah, Deddy Supriady., dan Riyadi., 2005, Perencanaan Pembangunan Daerah, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Catton, W.R., 1986, Carrying Capacity and The Limits to Freedom. Paper Prepared for Social Ecology Session 1, XI World Congress of Sociology. New Delhi, India.
- Enger, E.D. and F.S. Bradley, 2000, Environmental Science: A Study of Interrelationship. 7th Edition. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- Hardin, G., 1991, Paramount Positions in Ecological Economics, in Rees, W. E., Revisiting carrying capacity : Area-based indicators of sustainability, Population and Environment : A Journal of Interdisciplinary Studies Volume 17, Number 3, January 1996 @ 1996 Human Sciences Press, Inc., 195-215.
- Hasni, 2010, Hukum Penataan Ruang dan Penatagunaan Tanah Dalam Konteks UUPA-UUPR-UUPLH. Rajawali Pers. PT. Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Heung, Ivy, 2002, Land Capacity Analysis. Planning Quarterly– September 2002, Wellington City Council.
- Hudson, W. Ronald, 1997, Infrastructure Management : Design, Construction, Maintenance, Rehabilitation, Renovation. McGraw-Hill.
- Kirchner, J., Leduc, G., Goodland, R., & Drake. J., 1985, Carrying capacity, population growth, and sustainable development, in Rees, W. E., Revisiting carrying capacity : Area-based indicators of sustainability, Population and Environment : A Journal of Interdisciplinary Studies Volume 17, Number 3, January 1996 @ 1996 Human Sciences Press, Inc., 195-215.
- Lambin, E.F., H.J. Geist, and E. Lepers., 2003, *Dynamics of land use and land cover change in tropical regions*, Annu. Rev. Environ. Resour, 28:205-41.
- Lillesand T.M. and R.W. Kiefer., 2000, Remote Sensing and Image Interpretation, 4th Edition. John Wiley and Sons, Inc. Canada.
- McCall, Michael K., 1995, “Penaksiran Sumber Daya Dalam Perencanaan Wilayah”, dalam Perencanaan Pembangunan Daerah, Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Muta’ali, Luthfi., 2012, Daya Dukung Lingkungan Untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah, Badan Penerbit Fakultas Geografi (BPGF), Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Rees, W. E., 1996, Revisiting carrying capacity : Area-based indicators of sustainability, Population and Environment : A Journal of Interdisciplinary Studies Volume 17, Number 3, January 1996 @ 1996 Human Sciences Press, Inc., 195-215.
- Saefulhakim, R. Sunsun, and Lutfi I. Nasoetion, 1994, Rural Land Use Management for Economic Development. Paper presented at the Seminar on Agricultural Land Use Management, Organized by Asian Productivity Organisation (APO), Tokyo 8th-18th November 1994.
- Sandy, I.M., 1980, “Masalah Tata Guna Tanah – Tata Lingkungan Di Indonesia”, dalam Sitorus, S.R.P., Evaluasi Sumberdaya Lahan, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Sitorus, S.R.P., 1995, Evaluasi Sumberdaya Lahan, Penerbit Tarsito, Bandung.
- Vink. A.P.A., 1975, Land Use in Advancing Agriculture, Berlin, Springer-Verlag, New York.
- Yeates, Maurice and Garner, Barry. 1980. The North

American City. Harper & Row, Publisher. San Francisco.

Yunus, Hadi Sabari, 1987, Permasalahan Daerah Urban Fringe dan Alternatif Pemecahannya. Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

Zhang, Yun, 1999, Optimisation of Building Detection in Satellite Images by Combining Multispectral Classification and Texture Filtering. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54 (1999) 50-60, Institute of Planetary Exploration, German Aerospace Centre (DLR), Rudower Chaussee 5, 12489 Berlin, Germany.