

**PEDOMAN PENENTUAN  
DAYA DUKUNG DAN DAYA TAMPUNG  
LINGKUNGAN HIDUP**

**Deputi Bidang Tata Lingkungan  
Kementerian Lingkungan Hidup  
2014**

# **Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup**

Penanggung Jawab:

Deputi Menteri Lingkungan Hidup Bidang Tata Lingkungan  
Kementerian Lingkungan Hidup

Tahun terbit:

2014

Diterbitkan oleh:

Kementerian Lingkungan Hidup  
Deputi 1 Bidang Tata Lingkungan  
Asisten Deputi Perencanaan Pemanfaatan SDA &  
LH & Kajian Kebijakan LH Wilayah & Sektor  
Jl. D.I. Panjaitan Kav. 24 Kebon Nanas, Jakarta 13410  
Telp: 021-85906676

Layout dan Desain Cover:

Quinsha Network (<http://www.quinsha.id>)

---

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mencetak dan menerbitkan sebagian atau seluruh isi buku ini dengan cara dan dalam bentuk apapun tanpa seijin penulis dan penerbit.

# Sambutan

## Deputi Menteri Lingkungan Hidup Bidang Tata Lingkungan

Dalam upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, lingkungan hidup merupakan salah satu aspek yang penting diperhatikan, dimana pertumbuhan ekonomi dan pencapaian kesejahteraan sosial diharapkan tidak mengabaikan kelestarian fungsi lingkungan. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah mengamanatkan hal tersebut untuk diterapkan dalam perencanaan pemanfaatan sumber daya alam dan perencanaan pemanfaatan ruang. Bahkan, Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang menegaskan diperhatikannya daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dalam penyusunan rencana tata ruang.

Memperhatikan kondisi lingkungan hidup saat ini dan melaksanakan amanat peraturan perundang-undangan, telaahan terhadap aspek lingkungan hidup sangat penting

dilakukan dan diintegrasikan hasilnya ke dalam perencanaan pembangunan. Untuk itu, implementasi telaahan aspek lingkungan hidup yang memperhatikan batas kemampuan lingkungan hidup maupun standar kebutuhan perikehidupan perlu disepahami oleh para pembuat kebijakan, rencana maupun program dan para pemangku kepentingan.

Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup ini merupakan sebuah langkah positif dalam menyempurnakan perangkat perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang terus dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Dengan disusun dan diluncurkannya pedoman ini, diharapkan para pemangku kepentingan dapat memiliki kesepahaman tentang urgensi dan implementasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup serta menerapkannya dalam perencanaan pembangunan.



Akhir kata, terima kasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah mendukung penyusunan pedoman ini. Semoga buku pedoman ini dapat dimanfaatkan dengan

sebaik-baiknya oleh para pembuat kebijakan, rencana maupun program dan para pemangku kepentingan lainnya demi tercapainya pembangunan berkelanjutan.



Jakarta, November 2014

**Imam Hendargo Abu Ismoyo**

Deputi Menteri Lingkungan Hidup Bidang Tata Lingkungan  
Kementerian Lingkungan Hidup

# KATA PENGANTAR

**A**tas berkat rahmat Tuhan Yang Maha Esa, Pedoman Umum Implementasi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup ini selesai disusun. Penyusunan pedoman ini dilatarbelakangi oleh urgensi tersedianya perangkat panduan implementasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, agar dapat dijadikan dasar dan diintegrasikan dalam penyusunan atau evaluasi kebijakan, rencana dan/atau program, baik dalam konteks perencanaan pemanfaatan sumber daya alam, perencanaan pembangunan, maupun perencanaan pemanfaatan ruang.

Memperhatikan kondisi lingkungan hidup saat ini yang diindikasikan telah mengalami penurunan, bahkan mencapai tingkat kritis di beberapa daerah, kebijakan untuk lebih mengangkat kepentingan aspek lingkungan hidup agar selaras, serasi dan seimbang dengan kepentingan aspek sosial maupun ekonomi, merupakan hal yang mendesak untuk diimplementasikan dan senantiasa perlu dipastikan penerapannya dalam perencanaan pembangunan wilayah.

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup telah mengamanatkan bahwa apabila Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPPLH) belum tersusun, maka perencanaan pemanfaatan sumberdaya alam dilaksanakan berdasarkan pada daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup juga merupakan salah satu muatan kajian dalam Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) yang merupakan rangkaian analisis yang wajib dilakukan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah untuk mengintegrasikan prinsip pembangunan berkelanjutan dalam pembangunan wilayah dan/atau kebijakan, rencana dan/atau program. Secara khusus juga disebutkan bahwa penyusunan rencana tata ruang wilayah harus didasarkan pada KLHS dan memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Selain itu, Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang juga mengamanatkan bahwa penyusunan rencana tata ruang wilayah di tingkat nasional, provinsi maupun kabupaten/kota



harus memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.

Implementasi hal ini mengandung konsekuensi pentingnya pemahaman para pembuat kebijakan, rencana maupun program akan substansi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sampai pada tingkat kedalaman tertentu, agar penerapannya tepat dan efektif dalam mempengaruhi pengambilan keputusan. Terkait dengan hal tersebut, salah satu prinsip yang perlu dipahami adalah bahwa lingkungan hidup dan sumber daya alam di setiap wilayah memiliki karakteristik yang berbeda-beda, sehingga telaahannya akan menunjukkan bahwa suatu daerah memiliki kelebihan atau kekurangan tertentu dari sumber daya alam dan kondisi lingkungan hidupnya. Oleh karena itu, salah satu implikasi penting dari hasil telaahan aspek lingkungan hidup adalah penyempurnaan

kebijakan berdasarkan hasil kajian, serta koordinasi dan kerjasama antar daerah dalam pembangunan wilayah.

Pedoman ini disediakan sebagai acuan implementasi yang bersifat umum, oleh karena itu, untuk penerapan di tingkat yang lebih teknis dapat mengacu kepada pedoman-pedoman teknis yang lebih detil, baik yang telah dikembangkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup maupun instansi terkait lainnya.

Akhir kata kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya pedoman ini, dan senantiasa menerima masukan untuk penyempurnaannya. Semoga pedoman ini bermanfaat dalam upaya melestarikan fungsi-fungsi lingkungan hidup demi generasi kini dan yang akan datang.

Jakarta, November 2014

**Ir. Laksmi Wijayanti, MCP**  
Asisten Deputi Perencanaan Pemanfaatan  
Sumber Daya Alam  
dan Lingkungan Hidup dan Kajian Kebijakan  
Lingkungan Hidup Wilayah dan Sektor



# DAFTAR ISI

Sambutan .....	i
Kata Pengantar .....	iii
Daftar Isi .....	v
Daftar Gambar .....	vii
Daftar Tabel .....	viii
<b>1 Pendahuluan.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	5
1.3. Ruang Lingkup Pedoman .....	5
1.4. Dasar Hukum .....	6
1.5. Istilah dan Definisi .....	6
<b>2 Konsep Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup .....</b>	<b>9</b>
2.1. Konsep Daya Dukung secara umum .....	9
2.2. Konsep DD berdasarkan stok (ketersediaan air dan ketersediaan lahan) .....	9
2.3. Konsep Supply-Demand .....	16
2.4 Konsep Jasekom, Konsep Ekosistem Tematik (Sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perikanan, dll) .....	17
2.5 Konsep Ecological Footprint .....	19
2.6. Konsep wilayah fungsional/sistem ekologis, bioregion dan ekoregion .....	21
2.7. Konsep Valuasi Ekonomi .....	28
<b>3 Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup .....</b>	<b>31</b>
3.1. Pendekatan Unit Analisis DDDTLH .....	31
3.2. Metode Analisis .....	31
3.3. Unit Analisis .....	33



3.4. Penentuan DDDTLH.....	34
4 Kesimpulan dan Beberapa Catatan Terkait dengan Konsep dan Pengukuran DDDTLH .....	47
Referensi .....	ix

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bagan Keterkaitan DDDT LH .....	4
Gambar 2.	Konsep DDTLH dalam kerangka supply-demand .....	17
Gambar 3.	Hubungan Ekoregion, Jasa Ekosistem, Daya Dukung, dan Daya Tampung .....	23
Gambar 4.	Ilustrasi Daya dukung kawasan gambut dan daerah aliran sungai.....	38
Gambar 5.	Pendekatan Valuasi ekonomi untuk menghitung DDDTLH .....	40
Gambar 6.	Critical threshold value (CTV) dalam rentang kisaran ambang batas .....	41

# DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Unit analisis daya dukung dan data yang diperlukan .....	33
Tabel 2.	Teknik pengukuran dan penentuan daya dukung berdasarkan fungsi dan tujuan .....	34
Tabel 3.	Daya dukung lahan ditentukan oleh adanya ketersediaan dan kebutuhan .....	35
Tabel 4.	Daya dukung air ditentukan oleh adanya ketersediaan dan kebutuhan .....	36
Tabel 5.	Contoh perhitungan Daya Dukung Lahan Kawasan Hutan DAS Jeneberang .....	37
Tabel 6.	Kesesuaian lahan untuk komoditas jagung. ....	38
Tabel 7.	Nilai ekonomi yang dapat digunakan sebagai basis dalam perhitungan Benefit Transfer .....	41
Tabel 8.	Penentuan DDDTLH Nasional dan Pulau/Kepulauan .....	43
Tabel 9.	Penentuan DDDTLH Provinsi dan Ekoregion Lintas Kabupaten/Kota .....	44
Tabel 10.	Penentuan DDDTLH Kabupaten/ Kota dan Ekoregion di Wilayah Kabupaten/Kota .....	45
Tabel 11.	Penentuan DDDTLH Lingkungan Tematik .....	46

# 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Peningkatan jumlah penduduk berdampak kepada peningkatan laju pembangunan diberbagai sektor dalam rangka untuk memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Hal ini mengakibatkan kondisi lingkungan hidup di sejumlah kawasan di Indonesia saat ini diindikasikan mengalami penurunan yang diakibatkan dari penggunaan sumberdaya alam yang semakin meningkat dari berbagai kegiatan manusia, termasuk pemanfaatan ruang bagi kehidupan manusia dan mahluk hidup lainnya. Sementara itu, laju pertumbuhan penduduk akan mengikuti deret ukur dan berbanding terbalik dengan ketersediaan sumberdaya alam dan lingkungan hidup yang memiliki keterbatasan.

Sebagai ilustrasi, sumber daya lahan, kemampuan lahan sangat berperan penting dalam menopang kehidupan manusia dan mahluk hidup lainnya. Dengan peningkatan

jumlah penduduk, maka ketersediaan sumber daya lahan dan kemampuan lahan semakin terbatas dikarenakan semakin tingginya jumlah kebutuhan makhluk hidup dibandingkan ketersediaan sumberdaya lahan yang ada. Selain itu, kualitas dan kondisi lahan yang semakin menurun akibat dari kegiatan manusia yang tidak memperhatikan aspek keberlanjutan dari fungsi lingkungan hidup semakin memperburuk kualitas lingkungan. Hal lain yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan adalah terjadinya ketidaksesuaian penggunaan lahan, antara lain ditunjukkan dengan banyaknya lahan kritis atau bahkan penggurunan lahan.

Sedangkan untuk sumber daya air memiliki tren yang sama, yaitu semakin menurun baik kualitas maupun ketersediaannya pada air permukaan maupun pada air tanah. Hal ini terjadi karena pengelolaan sumberdaya air yang tidak memperhatikan daya dukung dan



daya tampung lingkungan baik di hulu maupun di hilir, serta peningkatan pembangunan di sektor perindustrian yang merambah dari hulu ke hilir. Sebagai ilustrasi. Kota-kota besar saat ini mengalami krisis air, dimana ketersediaan air yang ada tidak dapat memenuhi kebutuhan jumlah penduduk yang tinggal disuatu kota. Selain itu kualitas air yang buruk, mengakibatkan dibutuhkannya teknologi untuk mengolah air menjadi layak konsumsi. Oleh karena itu dibutuhkan upaya yang optimal untuk pengelolaan sumberdaya air, sehingga ketersediaan dan kualitasnya dapat selalu terjaga.

Peningkatan dan penyebaran jumlah penduduk saat ini ke arah perkotaan, dimana banyak perpindahan penduduk dari desa ke kota dengan tujuan untuk mendapatkan tingkat kehidupan yang lebih baik mengakibatkan terganggunya kenyamanan di wilayah perkotaan. Selain itu, pertumbuhan sektor industri di suatu wilayah juga dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, yaitu meningkatnya tingkat pencemaran akibat emisi udara maupun limbah yang dikeluarkan dari kegiatan pabrik, berkurangnya ketersediaan sumber daya alam dari sektor kehutanan, pertanian, perikanan, mineral, kenaekaragaman hayati dikarenakan ketersediaan lahan semakin terbatas. Oleh karena itu kondisi lingkungan yang baik, dalam hal ini daya dukung dan

daya tampung lingkungan dapat menunjang semua kegiatan manusia menjadi sangat penting untuk diperhatikan, agar dapat memenuhi semua kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya, tanpa menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan hidup.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, ada keterbatasan sumber daya alam serta potensi penurunannya baik secara kuantitas maupun kualitas, maka pemanfaatan sumber daya alam harus dilakukan secara bijaksana, yaitu memperhatikan kemampuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Perlu diperhatikan pula hubungan antar wilayah, untuk kebutuhan yang tidak dapat dipenuhi oleh suatu wilayah tertentu, sehingga dapat dipenuhi dengan penyediaan dari wilayah lainnya (prinsip ekspor-impor). Hal lain yang menjadi tantangan dalam pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan hidup adalah mempertahankan keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan manusia dalam jangka pendek dengan keberlanjutan pemanfaatannya untuk menunjang kehidupan yang keberlanjutan dalam pembangunan serta memperhatikan kesejahteraan sosial, ekonomi dan kelestarian fungsi lingkungan hidup hingga masa yang akan datang. Oleh karena itu kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lainnya dan keseimbangan antar keduanya (daya dukung lingkungan



hidup) serta kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya (daya tampung lingkungan hidup) penting untuk diketahui, dipahami dan dijadikan dasar dalam perencanaan pemanfaatan sumber daya alam, perencanaan pembangunan dan perencanaan pemanfaatan ruang.

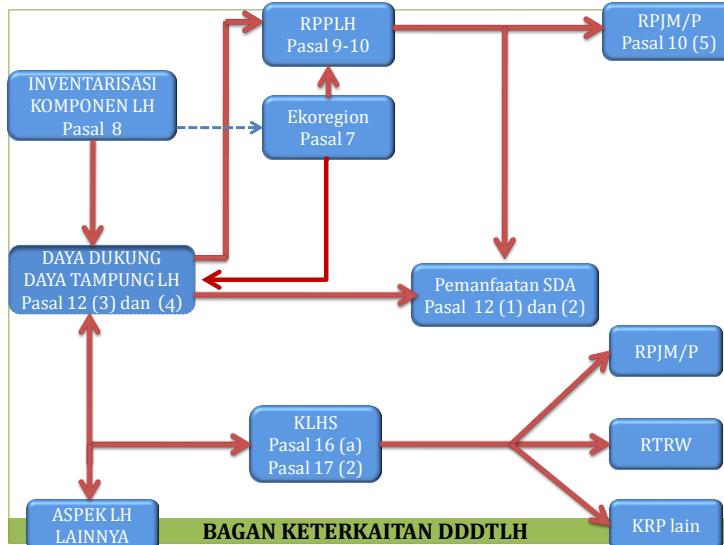
Penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup sebagai dasar pertimbangan dalam pembangunan dan pengembangan suatu wilayah telah diamanatkan sejak ditetapkannya Undang-undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang kemudian disempurnakan menjadi Undang-undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan kini Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Dalam Undang-undang nomor 32 Tahun 2009, amanat daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup tertuang dalam sejumlah pasal, diantaranya Pasal 12 yang menyebutkan bahwa apabila Rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (RPP LH) belum tersusun, maka pemanfaatan sumber daya alam dilaksanakan berdasarkan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Selain itu, dalam Pasal 15, 16 dan 17 dijelaskan bahwa

daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan salah satu muatan kajian yang mendasari penyusunan atau evaluasi rencana tata ruang wilayah (RTRW), rencana pembangunan jangka panjang dan jangka menengah (RPJP dan RPJM) serta kebijakan, rencana dan/atau program yang berpotensi menimbulkan dampak dan/atau risiko lingkungan hidup, melalui Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS). Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup tertuang pula pada Pasal 19, yang menyatakan bahwa untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan keselamatan masyarakat, setiap perencanaan tata ruang wilayah wajib didasarkan pada KLHS dan ditetapkan dengan memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Keterkaitan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dengan KLHS, RPPLH dan pemanfaatan sumberdaya alam sebagaimana digambarkan pada diagram keterkaitan DDTLH (Gambar 1).

Dalam peraturan perundang-undangan Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang, telah mengamanatkan bahwa alokasi pemanfaatan ruang harus didasarkan pada daya dukung lingkungan. Hal ini ditegaskan lagi dalam undang-undang penataan ruang yang baru, yaitu Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang ndalam Pasal 19, 22, 25 dan 28 diamanatkan bahwa rencana tata ruang wilayah nasional,

provinsi dan kabupaten/kota harus disusun dengan memperhatikan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Selain itu, pada Pasal 34 ayat (4) dinyatakan bahwa pemanfaatan ruang wilayah nasional, provinsi dan kabupaten/kota dilaksanakan sesuai dengan standar pelayanan minimal bidang penataan ruang, standar kualitas lingkungan serta daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Pada penjelasan Pasal 25 disebutkan bahwa daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup wilayah kabupaten/kota diatur berdasarkan peraturan perundang-undangan yang penyusunannya dikordinasikan oleh menteri yang menyelenggarakan urusan pemerintahan dalam bidang lingkungan hidup.



**Gambar 1.**  
Bagan Keterkaitan DDTLH

Berdasarkan uraian tersebut di atas, terlihat bahwa ada batasan-batasan yang harus diperhatikan dalam penyusunan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup disuatu wilayah, seperti keragaman atau perbedaan karakter serta fungsi ekologis dari masing-masing wilayah, sebaran jumlah penduduk dan potensi sumber daya alam dimasing-masing wilayah. Sehingga diharapkan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup di suatu suatu wilayah akan menggambarkan kondisi eksistingnya.

Selain itu, besarnya amanat peraturan perundang-undangan terhadap penetapan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dalam pembangunan wilayah, maka diperlukan pedoman tentang implementasi daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang akan menjadi acuan dalam perencanaan pemanfaatan sumber daya alam, perencanaan pembangunan maupun perencanaan pemanfaatan ruang, termasuk perencanaan kerjasama antar wilayah dengan memperhatikan aspek jumlah penduduk dan karakteristik wilayah. Lebih jauh dalam Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009, Pasal 12 ayat (4)

menetapkan bahwa tata cara penetapan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diatur dalam peraturan pemerintah.

lingkungan hidup baik pada level nasional, provinsi dan kabupaten/kota.

## 1.2. Tujuan

Tujuan penyusunan Konsep Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup ini adalah:

- a. Mewujudkan penataan ruang wilayah dan pemanfaatan sumber daya alam yang sesuai dengan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup yang dapat menjamin keberlanjutan suatu wilayah dalam mendukung kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya;
- b. Menurunkan dampak negatif terhadap lingkungan akibat dari pemanfaatan ruang dan pemanfaatan sumber daya alam yang tidak berdasarkan pada daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup
- c. Sebagai dasar perencanaan kerjasama antar daerah dalam pembangunan wilayah, penyusunan rencana tata ruang, pemanfaatan dan pencadangan sumber daya alam, pengendalian kerusakan lingkungan hidup dan pengendalian pencemaran lingkungan hidup.
- d. Tersedianya acuan umum pelaksanaan kajian daya dukung dan daya tampung

## 1.3. Ruang Lingkup Pedoman

Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan hal yang bersifat dinamis dan kompleks, mengingat setiap wilayah memiliki karakteristik geografi, kemampuan sumber daya alam dan jumlah penduduk yang berbeda-beda. Oleh karena itu ruang lingkup dari konsep pedoman penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup ini adalah:

- a. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Nasional dan Pulau/Kepulauan
- b. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Provinsi dan Ekoregion lintas Kabupaten/Kota
- c. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Kabupaten/Kota dan Ekoregion di wilayah Kabupaten/Kota.
- d. Daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup Hidup tematik yang akan digunakan untuk pemanfaatan sumber daya alam tertentu, seperti sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perikanan dll.

## **1.4. Dasar Hukum**

Dasar hukum pengembangan Konsep daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup adalah:

- a. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- b. Undang-undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional
- c. Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang
- d. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral Energi dan Batubara
- e. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional
- f. Permen PU Nomor 20/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik dan Lingkungan, Ekonomi, serta Sosial Budaya dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang
- g. Permen LH Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah
- h. Pedoman Penggunaan Kriteria dan Standar dalam Aplikasi Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup untuk Pengendalian Perkembangan Kawasan
- i. PermenLH No. 1/2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air

- j. PermenLH 28/2009 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau/Waduk

## **1.5. Istilah dan Definisi**

- a. Pelestarian fungsi lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.
- b. Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antarkeduanya.
- c. Daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.
- d. Penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup adalah proses/cara kajian ilmiah untuk menentukan/mengetahui kemampuan suatu wilayah dalam mendukung kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya.
- e. Penetapan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup adalah penetapan kemampuan suatu wilayah dalam batas optimal yang harus diperhatikan untuk mendukung kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya secara berkelanjutan yang



- didasarkan pada daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.
- f. Kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.
- g. Kriteria baku kerusakan lingkungan hidup adalah ukuran batas perubahan sifat fisik, kimia dan/atau hayati lingkungan hidup yang dapat ditenggang oleh lingkungan hidup untuk dapat tetap melestarikan fungsinya.
- h. Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.
- i. Baku mutu lingkungan hidup adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup.
- j. Wilayah adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan/atau aspek fungsional.
- k. Kawasan adalah wilayah yang mempunyai fungsi utama lindung atau budi daya.
- l. Kawasan lindung adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan.
- m. Kawasan budi daya adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan.
- n. Ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup.
- o. Jasa ekosistem adalah layanan atau fungsi ekosistem yang dikategorikan dalam 4 (empat) jenis layanan, yaitu:
- Layanan fungsional (*provisioning services*): Jasa/produk yang didapat dari ekosistem, seperti misalnya sumberdaya genetika, makanan, air dll.
  - Layanan regulasi (*regulating services*): manfaat yang didapatkan dari pengaturan ekosistem, seperti misalnya aturan tentang pengendalian banjir, pengendalian

- erosi, pengendalian dampak perubahan iklim dll.
  - Layanan kultural (cultural services): manfaat yang tidak bersifat material/terukur dari ekosistem, seperti misalnya pengkayaan spirit, tradisi pengalaman batin, nilai-nilai estetika dan pengetahuan.
  - Layanan pendukung kehidupan (supporting services): jasa ekosistem yang diperlukan manusia, seperti misalnya produksi biomassa, produksi oksigen, nutrisi, air, dll.
- p. Instansi lingkungan hidup adalah instansi di tingkat pusat atau daerah yang menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

# 2

## Konsep Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup

### 2.1. Konsep Daya Dukung secara umum

Jika dilihat dari definisinya, daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan kemampuan lingkungan hidup untuk dapat mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antarkeduanya. Dengan demikian, konsep daya dukung secara umum dapat dilihat dari dua sisi yaitu:

- a. Dari sisi ketersediaan, dengan melihat karakteristik wilayah, potensi sumber daya alam yang ada di suatu wilayah
- b. Dari sisi kebutuhan, yaitu dengan melihat kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya dan arahan kebijakan prioritas suatu wilayah

Daya dukung dan daya tampung lingkungan dalam perencanaan tata ruang dimaksudkan agar pemanfaatan ruang berdasarkan tata ruang nantinya tidak sampai melampaui batas-batas kemampuan lingkungan hidup dalam mendukung dan menampung aktivitas manusia tanpa mengakibatkan kerusakan lingkungan. Kemampuan tersebut mencakup kemampuan dalam menyediakan ruang, kemampuan dalam menyediakan sumberdaya alam, dan kemampuan untuk melakukan perbaikan kualitas lingkungan apabila terdapat dampak yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Penataan ruang yang mengabaikan daya dukung lingkungan dipastikan akan menimbulkan permasalahan dan degradasi kualitas lingkungan hidup seperti banjir, longsor dan kekeringan, pencemaran dan lain sebagainya.

### 2.2. Konsep DD berdasarkan stok (ketersediaan air dan ketersediaan lahan)

Konsep dan metode pengukuran daya dukung lingkungan memiliki banyak definisi, namun kesamaannya adalah bahwa

daya dukung selalu memperhatikan perbandingan dan keseimbangan antara ketersediaan (supply) dan permintaan (demand) dan ke-semuanya disesuaikan dengan tujuan yang diinginkan. Daya dukung lingkungan mengandung pengertian kemampuan suatu tempat dalam menunjang kehidupan mahluk hidup secara optimum dalam periode waktu yang panjang. Daya dukung lingkungan dapat pula diartikan kemampuan lingkungan memberikan kehidupan organisme secara sejahtera dan lestari bagi penduduk yang mendiami suatu kawasan.

Penetapan daya dukung lahan untuk hutan atau kawasan hutan dapat dilakukan melalui berbagai tahapan. Tahapan pertama adalah menetapkan suatu kawasan berdasarkan fungsinya. Penetapan kawasan ini didasarkan pada kemampuannya untuk mendukung aktifitas manusia tanpa menimbulkan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan definisi yang umum digunakan, hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumberdaya alam hayati yang didominasi pepohonan dalam persekutuan alam lingkungannya yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Sedangkan kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai

hutan tetap. Kawasan hutan yang ditetapkan pemerintah terdiri atas :

- a. Hutan konservasi yang terdiri atas : (a) Hutan Suaka Alam (Cagar Alam dan Suaka Margasatwa), (b) Hutan Pelestarian Alam (Taman Nasional, Taman Hutan Raya), Taman Wisata Alam), dan (c) Taman Buru.
- b. Hutan lindung
- c. Hutan produksi, yang dapat dibedakan atas : (a) Hutan produksi terbatas, (b) Hutan produksi biasa, dan (c) Hutan produksi yang dapat dikonversi.

Terkait dengan daya dukung lahan/lingkungan hutan, kawasan hutan lindung dan hutan produksi menggambarkan kapasitasnya. Kawasan hutan konservasi ditetapkan berdasarkan terdapatnya flora atau fauna khusus yang perlu dilindungi dari kepunahannya. Sedangkan kawasan hutan produksi konversi ditetapkan pada lokasi yang seharusnya daya dukungnya dapat untuk kegiatan budidaya non kehutanan, namun kondisinya saat ini ditetapkan berpenutupan lahan hutan yang masih bagus kondisinya.

Analisis penetapan fungsi kawasan hutan dilakukan dengan berdasarkan SK Menteri Pertanian No. 837/KPTS/UM/11.1980. dalam metode analisis ini ditentukan tiga faktor, yaitu : (1) kemiringan lereng, (2) jenis tanah, dan (3) curah hujan. Ketiga faktor tersebut

masing-masing ditetapkan skornya kemudian hasilnya dijumlah dan menghasilkan indeks lokasi. Indeks lokasi < 125 dan kemiringan lereng < 8% direkomendasikan sebagai kawasan permukiman dan tanaman semusim. Indeks lokasi < 125 dan kemiringan lereng < 15% direkomendasikan sebagai kawasan budidaya tanaman tahunan. Daerah dengan indeks lokasi 125-175 diperuntukkan sebagai kawasan fungsi penyangga. Daerah dengan indeks lokasi > 175 diperuntukkan sebagai kawasan hutan lindung.

Tahapan kedua adalah melalui kajian kemampuan lahan. Analisis kemampuan lahan diarahkan untuk mengetahui potensi lahan bagi penggunaan berbagai sistem pertanian secara luas dan lestari, berdasarkan cara penggunaan dan perlakuan yang paling sesuai, sehingga dapat dijamin pemanfaatan lahan dalam waktu yang tidak terbatas.

Analisis kemampuan lahan mengacu pada sistem klasifikasi kemampuan lahan yang dikembangkan oleh USDA. Metoda klasifikasi tersebut didasarkan pada sejumlah asumsi sebagai berikut :

- a. Klasifikasi kemampuan lahan merupakan klasifikasi yang bersifat interpretative didasarkan atas sifat-sifat lahan yang permanen. Vegetasi yang ada seperti pohon, belukar, dan sebagainya tidak dipertimbangkan sebagai sifat-sifat lahan yang permanen.
- b. Lahan di dalam satu kelas serupa dalam tingkat kegawatan faktor penghambatnya, tetapi tidak harus sama dalam jenis faktor penghambat atau tindakan pengelolaan yang dibutuhkan.
- c. Klasifikasi kemampuan lahan bukanlah gambaran produktivitas untuk jenis tanaman tertentu, meskipun perbandingan masukan terhadap hasil dapat membantu dalam menentukan kelas.
- d. Diasumsikan tingkat pengelolaan yang cukup tinggi.
- e. System itu sendiri tidak menunjukkan penggunaan yang paling menguntungkan yang dapat dilakukan pada sebidang lahan.
- f. Apabila faktor penghambat dapat dihilangkan atau perbaikan dilakukan (seperti drainase, irigasi, penyirikan batu-batuan), maka lahan dinilai menurut faktor penghambat masih ada (yang tertinggal) setelah tindakan perbaikan tersebut dilakukan. Besarnya biaya perbaikan tidak berpengaruh terhadap penilaian.
- g. Penilaian kemampuan lahan dari suatu daerah dapat berubah dengan adanya proyek reklamasi yang mengubah secara permanen keadaan dan atau cakupan faktor penghambat (misalnya

- pembuatan drainase, irigasi, dan sebagainya).
- h. Pengelompokkan kemampuan lahan akan dapat berubah apabila informasi baru tentang tingkah laku dan respon tanah menjadi tersedia.
  - i. Jarak ke pasar, macam dan kondisi jalan, lokasi di lapangan, dan keadaan/sifat pemilikan lahan tidak merupakan kriteria dalam mengelompokkan kemampuan lahan.

Struktur klasifikasi kemampuan lahan terbagi dalam kategori-kategori menurut faktor penghambat terhadap pertumbuhan tanaman. Kelas merupakan kategori tertinggi dan bersifat luas/umum. Penggolongan lahan ke dalam kelas kemampuan didasarkan pada intensitas faktor-faktor penghambat permanen dan sulit diubah. Kelas kemampuan berkisar dari kelas I, yaitu lahan yang tidak memiliki faktor penghambat utama bagi pertumbuhan tanaman, sampai kelas VIII, yaitu lahan yang memiliki penghambat-penghambat yang sangat berat sehingga tidak memungkinkan digunakan untuk sarana produksi tanaman, namun masih dapat menghasilkan produksi non kayu atau jasa lingkungan. Kawasan hutan atau hutan pada dasarnya dapat dikembangkan tanpa merusak lingkungan pada lahan dengan kemampuan lahan kelas VI dan kelas VIII. Kawasan dengan kemampuan lahan kelas

VIII hanya sesuai untuk kawasan hutan lindung atau hutan konservasi.

Tahapan selanjutnya adalah melihat lokasi keberadaan hutan atau kawasan hutannya ditinjau dari Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS secara umum didefinisikan sebagai suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi pembatas topografi (punggungan bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen, dan unsur hara serta mengalirkan melalui anak-anak sungai dan keluar pada satu titik (outlet). Selanjutnya Departemen Kehutanan (2001) memberikan pengertian bahwa DAS adalah suatu daerah tertentu yang bentuk dan sifat alamnya sedemikian rupa, sehingga merupakan kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang melalui daerah tersebut dalam fungsinya untuk menampung air yang berasal dari curah hujan dan sumber air lainnya, dan kemudian mengalirkan melalui sungai utamanya (single outlet).

Pada dasarnya seluruh permukaan bumi terbagi habis dalam DAS, namun untuk kepentingan perencanaan dan pengelolaannya sub-sub DAS dikelompokkan menjadi satu DAS dimana sungai utamanya bermuara di laut, danau atau perairan terbuka lainnya. Morfologi DAS adalah klasifikasi lokasi hulu, tengah atau hilir dari satu jaringan sungai dalam satu DAS. Klasifikasi didasarkan pada ordo sungai atau tingkat percabangan sungai. Dari sudut

pandang fisiografi (geomorfologi), maka DAS mempunyai 3 (tiga) ciri/watak, yaitu bagian hulu, tengah, dan hilir. Ciri-ciri DAS dapat digambarkan sebagai berikut :

- a. DAS bagian hulu didefinisikan sebagai daerah aliran yang terbatas. Pada bagian hulu dimana > 70% dari permukaan lahan DAS tersebut umumnya mempunyai kemiringan lahan > 8%. Disini, aspek prioritas pemanfaatan lahan adalah konservasi tanah dan pengendalian erosi. Secara hidrologis, DAS bagian hulu biasanya membentuk daerah utama pengisian kembali curah hujan untuk air permukaan dan air tanah dari DAS.
- b. DAS bagian tengah didefinisikan sebagai aliran yang terbatas pada bagian tengah, dimana kurang lebih 50% dari permukaan lahan DAS tersebut mempunyai kemiringan lahan < 8% serta dimana baik konservasi tanah maupun pengendalian bairj adalah sama pentingnya. Secara hidrologis DAS bagian tengah membentuk daerah utama transisi curah hujan untuk air tanah.
- c. DAS bagian hilir didefinisikan sebagai daerah aliran yang terbatas pada bagian hilir, dimana kurang lebih 70% permukaan lahannya mempunyai kemiringan <8%. Disini, pengendalian banjir dan drainage biasanya merupakan faktor-faktor yang

terbaikan dalam pengembangan tata guna lahan.

Kawasan hutan yang sama dengan kemampuan lahan yang sama bila terletak di hulu DAS akan memiliki daya dukung yang lebih rendah bila dibandingkan letaknya di bagian tengah DAS.

Hal terakhir dari penentu daya dukung lahan hutan atau kawasan hutan adalah penggunaannya saat ini ditinjau dari kesesuaianya dengan fungsi, kemampuan lahan dan lokasinya. Penutupan lahan adalah kondisi fisik benda atau kenampakan yang ada di permukaan bumi, misalnya hutan, padang rumput, bangunan gedung, tubuh air. Penggunaan lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktifitas dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan ataupun perwawatan pada penutupan lahan tersebut.

Untuk menilai daya dukung lahan kawasan hutan maka penggunaan atau penutupan lahan menjadi salah satu faktor penting. Penutupan lahan yang terbuka akan menurunkan daya dukung lahan, sebaliknya bila penutupan lahan menutupi sebagian sebagian besar permukaan tanah akan meningkatkan daya dukungnya. Untuk menilai tingkat daya dukung lahan kawasan



hutan maka penggunaan lahan dapat direklasifikasi berdasarkan derajat penutupannya.

Kesesuaian penggunaan lahan ini umumnya digunakan untuk menilai daya dukung lahan pada suatu kawasan, misalnya DAS atau sub DAS. Kawasan yang memiliki kesesuaian penggunaan yang kecil memiliki daya dukung yang rendah, demikian juga sebaliknya.

Esensi dasar dari daya dukung adalah perbandingan antara ketersediaan dan kebutuhan atau supply dan demand. Hal ini menjadi penting karena supply umumnya terbatas, sedangkan demand tidak terbatas. Perhitungan menjadi sulit, karena terlalu banyak faktor yang mempengaruhi kebutuhan dan ketersediaan. Dengan kata lain, terlalu banyak elemen yang mempengaruhi komponen daya dukung lingkungan. Kesulitan tersebut mengakibatkan daya dukung umumnya berlaku pada sistem tertutup, tanpa memperhitungkan interaksi antar wilayah, sehingga lebih banyak berkembang daya dukung sektoral (pertanian, pariwisata, sosial dan lain-lain) yang dikembangkan berdasarkan tujuan dan fungsi tertentu.

Beberapa konsep dan perhitungan teknis daya dukung lingkungan yang dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan RTRW sangatlah banyak dan beragam serta

tergantung pada tujuan yang diinginkan seperti untuk daya tampung demografis, keseimbangan pangan, lahan pertanian, penggunaan lahan, keseimbangan kebutuhan lahan, kebutuhan air dan sebagainya. Selain itu penggunaan penerapan teknik pengukuran daya dukung lingkungan juga tergantung pada unit analisis yang digunakan.

Selain teknik pengukuran daya dukung lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup menerbitkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 Tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah, dengan mendasarkan pada tiga metode yaitu alokasi pemanfaatan ruang berbasis kemampuan lahan, keseimbangan sumberdaya lahan dan sumberdaya air.

Kemampuan lahan merupakan karakteristik lahan yang mencakup sifat tanah (fisik dan kimia), topografi, drainase, dan kondisi lingkungan hidup lain. Berdasarkan karakteristik lahan tersebut, dapat dilakukan klasifikasi kemampuan lahan ke dalam tingkat kelas, sub kelas, dan unit pengelolaan. Pengelompokan kemampuan lahan dilakukan untuk membantu dalam penggunaan dan interpretasi peta tanah. Kemampuan lahan sangat berkaitan dengan tingkat bahaya kerusakan dan hambatan dalam mengelola lahan.



Hasil akhir kelas kemampuan lahan dibedakan menjadi 2 (dua) kelompok sebagai berikut : (a) kelompok pertama adalah kelompok kelas kemampuan untuk penggunaan lahan pertanian (usaha tani) meliputi kelas I sampai kelas IV; (b) kelompok kedua adalah kelompok kelas kemampuan yang tidak bisa digunakan untuk pertanian (usaha tani) meliputi kelas V sampai kelas VIII. Dengan demikian makin tinggi kelasnya semakin rendah kualitas lahannya (Rayes, 2007).

Berdasarkan karakter di atas, maka Mutu'ali (2011) menyusun rumusan tentang Indeks Kemampuan Lahan Wilayah (IKLw) dengan asumsi bahwa kemampuan lahan I-IV untuk pengembangan kawasan budidaya dan kemampuan lahan V-VIII untuk penetapan kawasan lindung. Koefisien lindung yang dipakai antara 0,3-0,4 yang memungkinkan suatu wilayah dapat mengembangkan potensi kawasan budidayanya, namun tetap menjaga kelestarian fungsi lindungnya, dimana diasumsikan 30% luas wilayah digunakan sebagai kawasan lindung dan tidak dibudidayakan. Apabila IKLw lebih dari satu, berarti bahwa wilayah memiliki kemampuan mengembangkan potensi lahannya lebih optimal khususnya untuk berbagai ragam kawasan budidaya, dengan tetap terjaganya keseimbangan lingkungan. Sedangkan apabila IKLw lebih kecil dari satu, berarti wilayah lebih banyak memiliki fungsi lindung, khususnya perlindungan terhadap

tata air dan gangguan dari persoalan banjir, erosi, sedimentasi serta kekurangan air. Selain ukuran-ukuran tersebut, indeks kemampuan lahan suatu wilayah juga dapat dicerminkan oleh rasio antara kepemilikan lahan dengan kelas kemampuan lahan I-IV dengan jumlah penduduk. Asumsi yang dikembangkan, semakin tinggi rasio tersebut, maka semakin tinggi tingkat perkembangan wilayah.

Penentuan daya dukung lahan dilakukan dengan membandingkan ketersediaan dan kebutuhan lahan. Ketersediaan lahan ditentukan berdasarkan data total produksi actual setempat dari setiap komoditas di suatu wilayah, dengan menjumlahkan produk dari semua komoditas yang ada di wilayah tersebut. Untuk penjumlahan digunakan harga sebagai faktor konversi karena setiap komoditas memiliki satuan yang beragam. Sementara itu, kebutuhan lahan dihitung berdasarkan kebutuhan hidup layak. Bila ketersediaan lahan lebih besar dari kebutuhan lahan, maka daya dukung lahan dinyatakan surplus. Sedangkan jika ketersediaan lahan lebih kecil dari kebutuhan lahan, maka daya dukung dinyatakan defisit.

Penentuan daya dukung air dilakukan dengan membandingkan ketersediaan dan kebutuhan air. Ketersediaan air ditentukan dengan menggunakan metode koefisien limpasan berdasarkan informasi

penggunaan lahan serta data curah hujan tahunan. Sementara itu, kebutuhan air dihitung dari hasil konversi terhadap kebutuhan hidup layak. Dengan metode ini, dapat diketahui secara umum apakah sumberdaya air di suatu wilayah dalam keadaan surplus atau defisit. Nilai ketersediaan air lebih besar dari kebutuhan air, daya dukung air dinyatakan surplus. Sedangkan jika ketersediaan air lebih kecil dari kebutuhan air, daya dukung air dinyatakan defisit atau terlampaui. Keadaan surplus menunjukkan bahwa ketersediaan air di suatu wilayah tercukupi, sedangkan keadaan defisit menunjukkan bahwa wilayah tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan akan air. Hasil perhitungan dengan metode ini dapat dijadikan bahan masukan/pertimbangan dalam penyusunan rencana tata ruang dan evaluasi pemanfaatan ruang dalam rangka penyediaan sumberdaya air yang berkelanjutan.

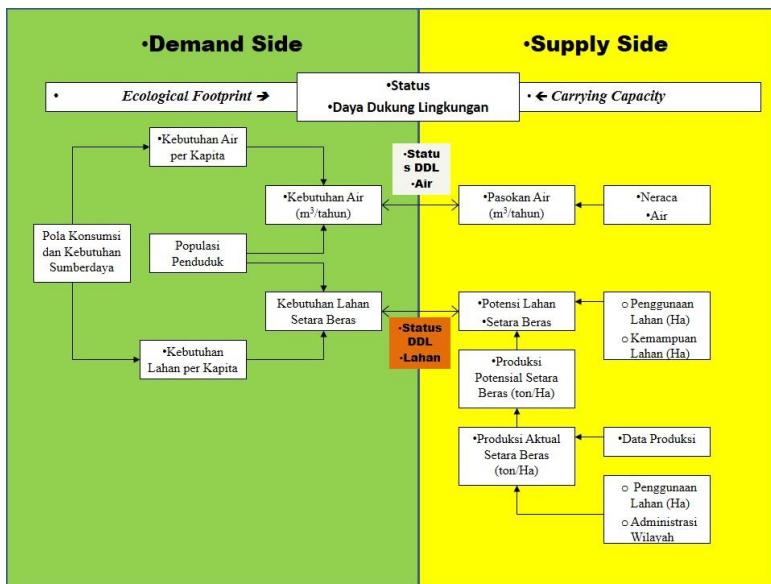
Undang-undang Penataan ruang juga memberikan indikator-indikator yang dapat digunakan untuk menunjukkan kemampuan daya dukung lingkungan yaitu terkait dengan jumlah dan atau proporsi hutan dalam Daerah Aliran Sungai dan proporsi ruang terbuka hijau pada RTR perkotaan. Mutu'ali (2011) merumuskan indek fungsi lindung DAS, Indek kemampuan lindung, dan indek ruang terbuka hijau (RTH).

### 2.3. Konsep Supply-demand

Secara umum konsep daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dapat digambarkan melalui framework sisi permintaan (*demand*) dan sisi penawaran (*supply side*). Sisi permintaan lebih didasarkan pada kebutuhan (*needs*) dan pola konsumsi akan sumber daya alam dan jasa lingkungan seperti lahan, air dan sumber daya alam lainnya. Kebutuhan ini akan banyak dipengaruhi oleh perkembangan penduduk baik di suatu wilayah administrasi maupun wilayah ekoregion. Interaksi kebutuhan akan sumber daya alam dan jasa lingkungan dengan jumlah yang diekstrasi akan meninggalkan jejak ekologis (*ecological foot print*) yang menunjukkan jejak ekosistim per satuan penggunaan sumber daya.

Di sisi lain, sumber daya alam menyediakan layanan barang dan jasa yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan penduduk. Sisi suplay menggambarkan seberapa besar (baik dari kuantitas maupun kualitas) sumber daya alam mampu mendukung kebutuhan manusia. Sisi suplai ini bisa digambarkan, misalnya, dengan neraca air, neraca sumber daya dan lingkungan, neraca lahan, potensi lahan untuk memenuhi kebutuhan produksi setara beras dan sebagainya. Interaksi penyediaan dan penggunaannya akan menggambarkan daya dukung sumber daya

alam dan lingkungan (*carrying capacity*). Keseimbangan sisi suplai dan sisi demand dari sumber daya alam yang digambarkan oleh *Ecological footprint* dan *carrying capacity* ini akan menentukan besaran daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup beserta status (*state*) yang diakibatkan oleh pemanfaatan sumber daya alam tersebut.



Gambar 2.  
Konsep DDTLH dalam kerangka supply-demand

#### 2.4. Konsep Jasekom, Konsep ekosistem tematik (sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perikanan dll.)

Ekosistem adalah entitas yang kompleks yang terdiri atas komunitas tumbuhan, binatang dan mikroorganisme yang dinamis

beserta lingkungan abiotiknya yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan unit fungsional (MA, 2005). Fungsi ekosistem adalah kemampuan komponen ekosistem untuk melakukan proses alam dalam menyediakan materi dan jasa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung (De Groot, 1992). Jasa ekosistem adalah keuntungan yang diperoleh manusia dari ekosistem (MA, 2005).

Jasa ekosistem dikategorikan menjadi empat, yaitu meliputi jasa penyediaan (*provisioning*), jasa pengaturan (*regulating*), jasa budaya (*cultural*), dan jasa pendukung (*supporting*) (MA, 2005). Berdasarkan empat kategori ini dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groot, 2002) :

- a. Jasa penyediaan : (1) Bahan Makanan, (2) Air bersih, (3) Serat, bahan bakar dan bahan dasar lainnya (4) Materi genetik, (5) Bahan obat dan biokimia, (6) Spesies Hias.

- b. Jasa Pengaturan : (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah.
- c. Budaya : (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Warisan dan indentitas budaya, (20) Spiritual dan keagamaan, (21) Pendidikan.
- d. Pendukung : (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah

Daya dukung merupakan indikasi kemampuan mendukung penggunaan tertentu, sedangkan daya tampung adalah indikasi toleransi mendukung perubahan penggunaan tertentu (atau pengelolaan tertentu) pada unit spasial tertentu. Untuk menghitung daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup, perlu beberapa pertimbangan. Adapun pertimbangan tersebut adalah (a) ruang dan sifatnya, (2) tipe pemanfaatan ruang, (c) ukuran produk lingkungan hidup utama (udara dan air), (d) penggunaan/penutupan lahan mendukung publik (hutan), (e) penggunaan tertentu untuk keperluan pribadi.

Pada daerah hutan, untuk mendukung penggunaan milik pribadi dalam unit statis harus diatur mengenai ukuran luas hutan primer di wilayah tertentu di DAS dan ukuran luas penggunaan lain, yang tergantung ke

hutan secara langsung atau tidak langsung. Hal ini dikarenakan jika penggunaan ruang tidak sesuai dengan daya dukung dan daya tampung maka akan menurunkan daya dukung dan proses perusakan atau tanah sudah rusak. Apabila penggunaannya dalam skala besar, maka dapat sangat cepat menurunkan daya dukung. Dalam penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup diperlukan pemahaman karakteristik lahan secara vertikal dan horizontal dan penggunaannya.

Penilaian yang lazim untuk daya dukung dilakukan melalui kemampuan lahan dan kesesuaian lahan. Penilaian kemampuan lahan lebih umum dibandingkan kesesuaian lahan. Penggunaan tidak sesuai dengan kemampuan berarti mengarah mengurangi daya dukung sehingga perlu perubahan teknologi yang dapat merubah daya dukung. Penilaian daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup umumnya dalam bentuk vertikal (sifat kualitas), jarang dinilai dalam bentuk ruang. Kualitas baik dan penggunaan yang tepat akan berkontribusi di lokasi tertentu. Jika dalam ruang lebih banyak tidak sesuai maka akan melampaui daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Dalam ruang yang besar, perencanaan akan memasukkan unsur lain dalam bentuk ruang. Dalam pengelolaan kebun atau HTI di ekosistem gambut lebih sensitif tentang pengaruh penggunaan di lokasi lain dalam ekosistem yang sama.

Penentuan DDDT (daya dukung dan daya tampung) pertambangan fokus pada kondisi setelah tambang ditutup. DD (daya dukung) dikaitkan dengan kemampuan menghasilkan produk, sedangkan DT (daya tampung) dikaitkan dengan kemampuan mengadopsi teknologi untuk meningkatkan atau kebalikannya. Bahan dan potensi pertambangan tidak terbaharui dapat menghasilkan landscape yang baik jika didesain sejak awal.

DDDT dapat menjadi referensi penataan ruang. Dalam perencanaan ruang sudah mengacu daya dukung. Dalam pemanfaatan harus sesuai peruntukan dan memerlukan persyaratan dalam penggunaannya. Pengendalian dapat mengacu pada DDDT. Secara spasial harus ada ruang untuk tematik tertentu. Penilaian DD pemanfaatan ruang untuk pertanian, perkebunan (dan pertambangan) di kawasan budidaya dilakukan berbasis kualitas lahan dan efeknya ke penyimpanan/supply air, berbagai bentuk ruang, dan teknik pengelolaannya. Teknik pengelolaan terkait dengan operasional penggunaan lahan dilakukan mengikuti konsep pengelolaan berbasis konservasi tanah dan air.

## 2.5. Konsep Ecological Footprint

Ecological footprint merupakan suatu pendekatan baru untuk pengelolaan sumber

daya alam berkelanjutan. Istilah jejak kaki atau *footprint* telah dikenal secara umum dalam pengelolaan sumber daya alam di dunia internasional sebagai metode perhitungan kuantitatif yang menunjukkan pemanfaatan sumber daya alam oleh manusia dalam kehidupannya sehari-hari. Saat ini telah dikenal tiga jenis *footprint* dalam kehidupan sehari-hari, yaitu 1) *ecological footprint*, 2) *carbon footprint* dan 3) *water footprint*. Satuan dan sumber daya yang dianalisis secara spesifik oleh masing-masing jenis *footprint* tersebut berbeda-beda.

*Ecological footprint* difokuskan untuk menghitung penggunaan lahan bioproduktif yang digunakan untuk menyokong populasi dunia dan dinyatakan dalam satuan hektar.

Perhitungan *carbon footprint* dititikberatkan pada penghitungan penggunaan energi yang dinyatakan dalam volume emisi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) menggunakan satuan ton. *Water footprint* adalah jenis *footprint* yang terakhir. *Footprint* ini menghitung penggunaan air untuk menyokong kehidupan manusia yang dinyatakan dalam satuan volume air (m<sup>3</sup>).

Konsep *ecological footprint* (EF) atau jejak kaki ekologis, pertama kali diperkenalkan oleh William Rees dan Martin Wackernagel pada tahun 1990-an. Konsep ini pada dasarnya dikembangkan sebagai usaha pencarian indikator untuk pembangunan

berkelanjutan dan khususnya diharapkan dapat menjadi metode untuk mengukur secara kuantitatif mengenai hubungan perlakuan manusia terhadap bumi dengan daya dukung yang dimiliki oleh bumi itu sendiri (Wackernagel and Rees, 1996).

Konsep ini menegaskan bahwa hampir semua tindakan dan perilaku hidup manusia misalnya perilaku konsumsi dan transportasi, akan membawa dampak ekologis atau dampak bagi lingkungan (Hoekstra, 2007). Pendekatan EF dapat digunakan untuk mendidik masyarakat mengenai penggunaan sumber daya alam yang berlebihan dan kemampuan daya dukung bumi untuk menyokong keberlanjutan hidup mereka. Pendekatan ini dapat digunakan sebagai indikator keberlanjutan. Pendekatan ini juga memberikan penjelasan mengenai dampak perilaku manusia terhadap lingkungan dan dapat menghubungkannya dengan daya dukung bumi.

Jenis analisis *footprint* yang kedua adalah Analisis *carbon footprint* (CF). *Carbon footprint* adalah indikator mengenai dampak aktivitas manusia terhadap iklim global yang dinyatakan dalam jumlah gas rumah kaca (GRK) yang diproduksi. *Carbon footprint* secara konseptual menggambarkan kontribusi individu atau negara terhadap pemanasan global. *Carbon footprint* dapat menunjukkan total emisi

karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas rumah kaca lainnya yang diemisikan pada seluruh proses untuk menghasilkan produk atau jasa (Hoekstra, 2008).

Jenis analisis *footprint* yang terakhir adalah analisis *water footprint* (WF). *Water footprint* dikembangkan oleh Hoekstra pada tahun 2002. *Water footprint* dapat merepresentasikan jumlah volume air tawar yang dibutuhkan untuk menjaga keberlanjutan suatu populasi, seperti yang diungkapkan oleh Madrid *et al* "The water footprint represents the freshwater volume required to sustain a population" (Madrid *et al.*, *not dated*). Hoekstra dan Chapagain (2004) dalam laporan hasil penelitiannya mendefinisikan *water footprint* individu, bisnis atau negara adalah total volume air tawar yang digunakan untuk memproduksi makanan dan jasa yang dikonsumsi oleh individu, bisnis atau negara. Nilai *water footprint* umumnya dinyatakan dalam satuan volume air yang digunakan setiap tahunnya. Saat ini, *water footprint* telah berkembang menjadi alat analisis yang digunakan untuk mengarahkan perumusan kebijakan kearah isu-isu mengenai keamanan air dan penggunaan air yang berkelanjutan di negara maju (Hoekstra, 2008).

## 2.6. Konsep wilayah fungsional/sistem ekologis, bioregion dan ekoregion

Undang-undang 32 Tahun 2009 mengamanatkan perhitungan daya dukung dan daya tampung berdasarkan pada ekoregion. Daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan / atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke dalamnya.

Dalam ekologi, daya dukung adalah besarnya populasi yang dapat didukung oleh suatu habitat tanpa merusak kualitas ekosistem secara permanen. Makna daya dukung dalam undang-undang tidak dapat dimaknai sama dengan pemahaman dalam keilmuan ekologi tersebut. Kalimat "... kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perikehidupan manusia.." sulit untuk diimplementasikan, karena kebudayaan manusia dalam menjalani hidupnya dipengaruhi oleh variabel teknologi, pola konsumsi yang berbeda, dan perniagaan. Dengan demikian, perhitungan daya dukung menggunakan batasan habitat, jumlah populasi, dan perkaita menjadi sulit untuk diaplikasikan untuk perikehidupan manusia. Terminologi lainnya yang terkait dengan hal di atas adalah *human carrying capacity*.

*Human carrying capacity* dapat diinterpretasikan sebagai tingkat maksimum penggunaan sumber data dan debit limbah yang dapat ditanggung tanpa merusak fungsi, integritas, dan produktivitas dari ekosistem.

Berdasarkan UU 32/2009, penentuan daya dukung dan daya tampung didasarkan pada hasil inventarisasi lingkungan hidup berupa data dan informasi sumber daya alam yang meliputi: potensi dan ketersediaan, jenis yang dimanfaatkan, bentuk penguasaan, pengetahuan pengelolaan, bentuk kerusakan, konflik, dan penyebab konflik. Jika ketersediaan data dan informasi tersebut tersedia dengan baik, maka ekoregion akan menjadi unit analisis untuk menentukan daya dukung dan daya tampung serta cadangan sumber daya alam. Tentunya yang menjadi pertanyaan adalah:

- Ketersediaan data dan informasi seperti yang dimaksudkan di atas.
- Bagaimana informasi mengenai sumber daya alam tersebut dapat ditransformasikan menjadi informasi daya dukung dan daya tampung?

### Terminologi

Ekosistem adalah tatanan unsur lingkungan hidup yang merupakan kesatuan utuh-menyeruuh dan saling mempengaruhi dalam bentuk keseimbangan, stabilitas, dan

produktivitas lingkungan hidup. (UU 32/2009)

Ekoregion adalah wilayah geografis yang memiliki kesamaan ciri iklim, tanah, air, flora, dan fauna asli, serta pola interaksi manusia dengan alam yang menggambarkan integritas sistem alam dan lingkungan hidup. (UU 32/2009)

Pelestarian fungsi lingkungan hidup adalah rangkaian upaya untuk memelihara kelangsungan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup. Fungsi lingkungan hidup = daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup (UU 32/09)

Jasa ekosistem merupakan kemampuan sebuah ekosistem dalam menghasilkan suatu produk dan jasa sehingga dapat berguna bagi manusia (MA, 2003; de Groot, 2002).

Fungsi lingkungan hidup (fungsi ekosistem) adalah '*the capacity of natural processes and components to provide goods and services that satisfy human needs, directly or indirectly*'(De Groot, 1992).

#### Fungsi ekologis:

Ecological functions can be defined as involving "...ecological and evolutionary processes, including gene flow,

"disturbance, and nutrient cycling" (Noss, 1990). Ecological functions of organisms support the trophic structure of ecosystems, that is, energy flows, food webs, and nutrient cycling.

Kapasitas daya dukung dan daya tampung adalah ukuran kemampuan dari daya dukung dan daya tampung.

#### **Konsepsi Jasa Ekosistem, Daya Dukung dan Daya Tampung**

Menurut UU 32/2009 penentuan daya dukung dan daya tampung berdasarkan pada inventarisasi lingkungan hidup dan ekoregion. Inventarisasi lingkungan hidup dilaksanakan untuk memperoleh data dan informasi mengenai sumber daya alam. Pemetaan ekoregion ditujukan untuk:

- a. Unit analisis dalam penetapan daya dukung dan daya tampung
- b. Dasar dalam penyusunan RPPLH
- c. Memperkuat kerjasama dalam pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup
- d. Acuan untuk pengendalian dan pelestarian jasa ekosistem
- e. Acuan pemetaan pada skala yang lebih besar

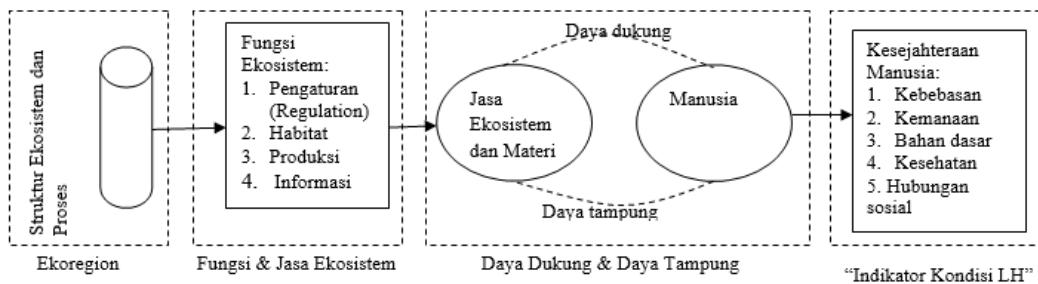
Hubungan antara ekoregion dengan daya dukung dan daya tampung dapat dilihat pada gambar 3.

Pada ekosistem terdapat struktur dan proses. Struktur ekosistem adalah berbagai elemen biotik dan abiotik yang terdapat pada ekosistem tersebut. Sedangkan proses pada ekosistem adalah interaksi antar elemen tersebut yang biasanya berupa aliran materi, aliran energi, dan aliran informasi. Konsep ekoregion dapat dikatakan sebagai bentuk implementasi konsep ekosistem, atau dapat dikatakan sebagai ekosistem region.

Peta ekoregion yang sudah dikembangkan pada saat ini didasarkan pada karakteristik bentang alam, berupa geomorfologi, dan morfogenesa. Peta ekoregion telah mampu mendeliniasi batas-batas karakteristik tersebut, sehingga dapat terlihat

perbedaan karakteristiknya. Sebagai ekosistem, setiap karakteristik ekoregion akan membentuk ekosistem dengan fungsi ekosistem yang berbeda menurut karakteristiknya. Namun demikian, peta ekoregion belum cukup untuk memberikan informasi jasa ekosistem, namun bisa memberikan indikasi fungsi yang mungkin dominan pada suatu ekoregion.

Klasifikasi fungsi ekosistem ada empat (de Groot et al, 2000), yaitu: fungsi pengaturan, fungsi habitat, fungsi produksi, dan fungsi informasi. Fungsi pengaturan merupakan fungsi yang memberikan jasa ekosistem berupa kapasitas alami atau semi alami untuk mengatur proses ekologi dan mendukung sistem kehidupan. Fungsi habitat memberikan jasa ekosistem berupa tempat untuk tinggal dan berkembang biak. Fungsi produksi memberikan jasa ekosistem berupa



**Gambar 3.**  
Hubungan Ecoregion, Jasa Ekosistem, Daya Dukung, dan Daya Tampung

penyediaan materi dan energi yang dibutuhkan oleh kehidupan. Sedangkan fungsi informasi memberikan jasa ekosistem yang bermanfaat bagi kesehatan jiwa manusia.

Jika dikaitkan dengan daya dukung dan daya tampung, fungsi ekosistem dapat mewakili keduanya. Dapat diartikan bahwa daya dukung dan daya tampung merupakan kapasitas fungsi ekosistem dan jasa ekosistem dalam mendukung perikehidupan manusia atau makhluk lainnya yang berada pada suatu lokasi tertentu (ekoregion). Fungsi regulasi akan dapat mendukung daya tampung, sedangkan ketiga fungsi lainnya akan mendukung daya dukung.

Penggunaan sumber daya oleh manusia untuk kepentingan dan kesejahteraan manusia inilah yang disebut dengan jasa ekosistem. Kesejahteraan manusia dapat menjadi indikator kesehatan ekosistem atau kesehatan lingkungan hidup pada suatu wilayah. Pemetaan jasa ekosistem yang berbasiskan pada data spasial akan memberikan keuntungan karena dapat disintesikan dengan peta ekoregion.

Sebagai unit analisis dalam penetapan daya dukung dan daya tampung, peta ekoregion tidak dapat langsung digunakan, tetapi harus disintesis

dengan data lainnya sehingga dapat memberikan informasi yang dibutuhkan. Salah satunya adalah peta jasa ekosistem.

### Metode Pemetaan Jasa Ekosistem

Ekosistem adalah entitas yang kompleks yang terdiri atas komunitas tumbuhan, binatang, dan mikroorganisme yang dinamis beserta lingkungan abiotiknya yang saling berinteraksi sebagai satu kesatuan unit fungsional (MA, 2005). Fungsi ekosistem adalah kemampuan komponen ekosistem untuk melakukan proses alam dalam menyediakan materi dan jasa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung (De Groot, 1992). Jasa ekosistem adalah keuntungan yang diperoleh manusia dari ekosistem (MA, 2005).

Jasa ekosistem dikategorikan menjadi empat, yaitu meliputi jasa penyediaan (provisioning), jasa pengaturan (regulating), jasa budaya (cultural), dan jasa pendukung (supporting) (MA, 2005). Berdasarkan empat kategori ini, dikelaskan ada 23 kelas klasifikasi jasa ekosistem, yaitu (De Groot, 2002):

- a. Jasa Penyediaan: (1) Bahan makanan, (2) Air bersih, (3) Serat, bahan bakar, dan bahan dasar lainnya, (4) Materi genetik, (5)

- Bahan obat dan biokimia, (6) Spesies hias.
- b. Jasa Pengaturan: (7) Pengaturan kualitas udara, (8) Pengaturan iklim, (9) Pencegahan gangguan, (10) Pengaturan air, (11) Pengolahan limbah, (12) Perlindungan tanah, (13) Penyerbukan, (14) Pengaturan biologis, (15) Pembentukan tanah.
- c. Budaya: (16) Estetika, (17) Rekreasi, (18) Inspirasi, (19) Warisan dan identitas budaya, (20) Spiritual, (21) Pendidikan.
- d. Pendukung: (22) Habitat berkembang biak, (23) Perlindungan plasma nutfah.

Untuk melihat jasa ekosistem dalam suatu ekoregion maka dilakukan suatu metode valuasi jasa ekosistem dengan pendekatan *landuse based proxy*. Berdasarkan pada Peta Tutupan Lahan akan diperhitungkan indeks jasa ekosistem perkelas lahan dan indeks jasa ekosistem total (IJET) (Mashita, 2012). Pendekatan ini dimaksudkan untuk melihat pola distribusi dan kualitas secara spasial dari setiap jasa ekosistem pada setiap ekoregion yang dinilai melalui peta tutupan lahannya.

## Aplikasi Peta Ekoregion dan Peta Jasa Ekosistem

Peta ekoregion dan peta jasa ekosistem dapat menjadi sumber informasi dalam menetapkan daya dukung dan daya tampung. Dari kedua peta tersebut dapat dilihat pada satu satuan ekoregion jasa ekosistem yang dominan. Sebagai contoh, peta ekoregion di daerah Jawa mempunyai karakteristik dataran vulkanik dan pegunungan vulkanik.

Karakteristik ekoregion dataran vulkanik di Pulau Jawa diantaranya adalah:

- a. Memiliki tanah yang subur dengan kandungan hara tinggi, solum tebal, mampu meresap air hujan sebagai imbuhan tanah dengan baik, dominan masyarakat sebagai petani, pertumbuhan penduduk pesat dan kepadatan tinggi.
- b. Perkembangan wilayah yang pesat dan pertumbuhan penduduk yang tinggi menyebabkan kebutuhan lahan semakin tinggi, ancaman berupa alih fungsi lahan pertanian.

Karakteristik ekoregion pegunungan vulkanik di Pulau Jawa diantaranya memiliki sifat sebagian besar ekoregion ini masih berhutan lebat, memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi, memiliki sumber daya air permukaan maupun air tanah yang melimpah

sepanjang tahun, berperan sebagai sumber cadangan air yang besar. Kedua karakteristik ekoregion ini dapat berdasarkan jasa ekosistemnya.

Kedua tipe ekoregion tersebut menkonfirmasi hubungan yang kuat antara karakteristik ekoregion, fungsi ekosistem, dan jasa ekosistem. Jika semua jasa ekosistem dalam satuan ekoregion di 'gabungkan' akan menjadi indikator terhadap daya dukung dan daya tampung pada suatu satuan ekoregion.

### **Metode Penyusunan Daya Dukung dan Daya Tampung Jasa Lingkungan**

Daya dukung dan daya tampung diinterpretasikan sebagai tingkat maksimum penggunaan sumber daya dan debit limbah yang dapat ditanggung tanpa merusak fungsi, integritas, dan produktivitas dari ekosistem. Untuk dapat 'menilai' tingkat maksimum penggunaan sumber daya dapat dilakukan dengan menggunakan ekoregion sebagai "batas" ketersediaan sumber daya dan jasa ekosistem untuk melihat fungsi lingkungan hidup.

Daya dukung dan daya tampung dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Melakukan inventarisasi fungsi lingkungan hidup dari setiap unit satuan analisis ekoregion.
- b. Menetapkan fungsi lingkungan hidup yang akan dilindungi (atau ditetapkan).
- c. 'Menilai' daya dukung dan daya tampung setiap unit analisis (ekoregion), bisa dibantu dengan data lainnya (seperti densitas populasi, produktivitas pertanian, peternakan, perikanan, dll).
- d. Menetapkan daya dukung dan daya tampung dari setiap unit analisis (ekoregion).

'Menilai' daya dukung merupakan cara untuk menentukan apakah suatu unit analisis ekoregion dapat mendukung perkehidupan manusia / makhluk hidup lainnya diatasnya. Metode untuk menilai dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya adalah:

- a. Perbandingan produksi kalori dan kebutuhan kalori perkapita.
- b. Shape indeks dan besarnya (magnitude) dari jasa ekosistem (metode dalam landscape ecology).
- c. Penilaian pakar (expert judgement).

Sedangkan untuk 'menilai' daya tampung dapat dilakukan dengan pemodelan / analisis atau dengan

melihat indikasi di lapangan atau berdasarkan data / informasi yang mendukung.

Tahapan penetapan daya dukung dan daya tampung seperti pada paragraf awal adalah menentukan tingkat maksimum penggunaan sumber daya. Sumber daya yang dimaksud adalah sumber daya ruang yang ada pada satuan unit analisis ekoregion. Misalnya pada ekoregion dataran vulkanik di daerah cekungan Bandung terdapat dua jasa ekosistem yang dominan (jasa ekosistem penyedia pangan dan fungsi habitat), jika keduanya menjadi prioritas untuk dilindungi / ditetapkan maka penetapan daya dukung dan daya tampung adalah menetapkan penggunaan tingkat maksimum penggunaan lahan / ruang untuk pemukiman dan budidaya.

Tingkat maksimum ini dapat berupa angka prosentase atau luasan minimum / maksimum yang dipertahankan atau ditetapkan agar fungsi lingkungan tetap berjalan pada satuan unit analisis ekoregion tersebut. Dalam penetapan ini tentunya melihat azas-azas perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Dalam penetapan daya dukung dan daya tampung tingkat nasional, tingkat pulau, dan tingkat

propinsi dapat dilakukan berdasarkan akumulasi dari unit-unit analisis.

Penetapan daerah / kawasan dari ekoregion untuk daya dukung untuk fungsi ekologis dapat disebut sebagai pencadangan sumber daya.

Dimana ekoregion itu direservasi (dicadangkan) untuk menjaga fungsi ekologi / fungsi lingkungan hidup. Fungsi ekologi / fungsi lingkungan hidup yang dimaksud adalah fungsi yang mendukung berjalannya proses ekologis seperti jasa ekosistem pengaturan air, jasa ekosistem pengaturan iklim, dan lainnya.

Penentuan daya dukung dan daya tampung merupakan proses yang kompleks, bahkan pada tingkat penelitian. Kompleksitas, pendekatan, dan cara pandang penetapan daya dukung dan daya tampung sangat beragam dan menjadi kendala dalam penetapan daya dukung dan daya tampung yang dimaksud pada Undang-undang No. 32 Tahun 2009. Pendekatan yang disampaikan pada tulisan ini diharapkan dapat memberikan masukan pada permasalahan implementasi penetapan daya dukung dan daya tampung yang diamanatkan undang-undang.



## 2.7. Konsep Valuasi Ekonomi

Salah satu penyebab terjadinya degradasi lingkungan dan ongkos ekonomi adalah masalah *undervalue* terhadap nilai yang sebenarnya yang dihasilkan dari sumberdaya alam dan lingkungan. Hal ini juga mengindikasikan kurangnya informasi mengenai penilaian sumberdaya alam dan lingkungan. Kurangnya informasi tersebut juga menyebabkan terjadinya kegagalan pasar karena jasa yang dihasilkan dari sumberdaya alam dan lingkungan tidak sepenuhnya terpasarkan (*unpriced*). (Fauzi, 2014). Valuasi ekonomi SDAL memiliki peran penting dalam menyediakan informasi ini untuk membantu proses pengambilan keputusan terkait dengan kebijakan publik. Kebijakan publik harus mencerminkan pemahaman terkait nilai barang publik, apalagi hal yang menyangkut dengan sumberdaya alam dan lingkungan karena nilai publik dari SDAL sering tidak tercermin dalam nilai pasar (Champ et al 2001 dalam Fauzi 2014).

Secara umum, nilai ekonomi SDAL dibagi dalam dua kelompok yakni nilai guna (*use value*) dan nilai non-guna (*non-use value*). Konsep *use value* relatif tidak terlalu sulit untuk dipahami. *Use value* adalah nilai ekonomi yang berkaitan dengan pemanfaatan *in situ* dari sumberdaya alam dan lingkungan , seperti pemanfaatan untuk konsumsi atau rekreasi. Nilai pemanfaatan

ini dibagi lagi ke dalam nilai pemanfaatan langsung (*direct use value*) baik dalam bentuk konsumsi, seperti ikan untuk dikonsumsi, minyak untuk energi, dan sebagainya, maupun non konsumsi seperti pemanfaatan rekreasi. Sementara itu, pemanfaatan yang sifatnya tidak langsung atau *indirect use value* adalah manfaat yang diperoleh dari sumberdaya alam dan jasa lingkungan tanpa harus secara aktual mengkonsumsinya. Contoh *indirect use value* adalah perlindungan aliran sungai untuk mitigasi banjir atau peran hutan sebagai *carbon sequestration*.

Nilai non guna atau *non use value* lebih kompleks baik dalam pemahaman dan pengukuran *use value*. Non use value adalah nilai yang dirasakan oleh individu atau masyarakat terhadap SDAL yang independen terhadap pemanfaatan saat ini maupun mendatang. Independensi terhadap pemanfaatan saat ini maupun mendatang menunjukkan bahwa nilai yang diturunkan tidak harus melalui mekanisme konsumsi atau pemanfaatan. Konsep *non use value* awalnya dikenalkan oleh Krutila 1967 (Fauzi 2014). *Non use value* terdiri dari *bequest value* (nilai pewarisan) dan *option value* (nilai pilihan). Namun dalam perkembangan literatur, penggunaan konsep *option value* sebagai bagian dari *non use value* cenderung *misleading* karena *option value* lebih terkait dengan aspek ketidakpastian, sehingga lebih tepat digunakan konsep

*option price*. Secara konseptual *option value* menggambarkan manfaat yang dirasakan seseorang atau masyarakat untuk membuka pilihan agar SDAL dapat dimanfaatkan untuk masa mendatang meski ia tidak merencanakannya saat ini untuk memanfaatkannya. Dengan kata lain, *option value* muncul karena adanya ketidakpastian akan keberadaan barang dan jasa dari SDAL di masa mendatang. Dengan keberadaan ketidakpastian ini para ahli sepakat bahwa *option value* tidak serta merta berhubungan langsung dengan *use value* maupun *non use value*.

Kombinasi nilai guna (*use value*) dan nilai non guna (*non use value*) merupakan *Total Economic Value* (TEV). Terminologi total dalam *Total Economic Value* bukan menunjukkan nilai keseluruhan dari sumberdaya dan lingkungan. Nilai total yang dimaksud lebih menunjukkan penjumlahan dua komponen nilai guna dan non guna.

Pengukuran nilai guna dapat dilakukan melalui proksi harga pasar. Sedangkan *non use value* melibatkan jasa lingkungan dan atribut sumberdaya alam yang tidak dipasarkan sehingga tidak tepat menggunakan komoditas yang dipasarkan sebagai proksi. Teknik valuasi ekonomi sumberdaya yang tidak dapat dipasarkan dikelompokkan menjadi dua yaitu *revealed WTP* (tidak langsung) dan *expressed WTP* (langsung / survey). *Revealed preference*

menunjukkan bahwa penilaian terhadap barang dan jasa didasarkan pada perilaku yang teramat atau terungkap dari seseorang terhadap pilihan yang dilakukan. Metode *Revealed preference* dapat diartikan sebagai penilaian pengaruh dari komponen SDAL yang tidak terpasarkan (*nonmarketed*) melalui perilaku aktual, khususnya melalui pengeluaran yang dikeluarkan seseorang melalui mekanisme pasar (Pearce et al. 2006). Pendekatan ini juga sering dikatakan sebagai pendekatan yang melacak "jejak pasar" (*market footprint*) dari komoditas yang tidak terpasarkan (Russel 2001). Beberapa teknik yang termasuk kelompok *revealed WTP* yaitu *hedonic pricing*, *travel cost*, dan *random utility model*. Hedonic price menggambarkan penilaian sesuatu (barang atau jasa) yang dirasakan karena adanya atribut atau karakteristik kesenangan, seperti pemandangan yang indah, kenyamanan (*convenience*) maupun karakteristik lainnya. Sedangkan *Travel Cost Method* (TCM) merupakan metode penilaian terungkap yang digunakan untuk menilai manfaat non-guna berdasarkan perilaku yang diamati yakni pengeluaran individu untuk perjalanan. TCM biasanya digunakan untuk menilai komponen yang diamati adalah perjalanan ke tempat rekreasi yang dikeluarkan seseorang. Prinsip dasar metode TCM adalah teori permintaan konsumen dimana nilai yang diberikan seseorang pada lingkungan (atribut yang tidak terpasarkan)

dapat disimpulkan dari biaya yang dikeluarkan ke lokasi yang dikunjungi.

Sementara yang termasuk kelompok *expressed WTP* yaitu *contingent valuation* dan *discrete choice method*. *Contingent Valuation Method*(CVM) merupakan metode langsung penilaian ekonomi ekonomi melalui pertanyaan kemauan membayar seseorang (*Willingness to Pay = WTP*), sedangkan *Choice experiment* (CE) merupakan metode tidak langsung penilaian ekonomi dimana pendugaan WTP dilakukan melalui tawaran pilihan yang setiap pilihan memiliki variable karakteristik harga atau biaya.

# 3

## Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup

Penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup merupakan instrumen yang menjelaskan proses/cara kajian ilmiah untuk menentukan/mengetahui kemampuan suatu wilayah dalam mendukung kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu dalam penentuan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup dilakukan melalui pendekatan indikatif berdasarkan unit analisis, parameter, indikator dan tolok ukur pada masing-masing unit analisis tersebut. Mengingat daya dukung dan daya tampung bersifat dinamis dan kompleks dan sangat tergantung kepada karakteristik geografi suatu wilayah, jumlah penduduk dan kondisi eksisting sumber daya alam di wilayahnya masing-masing.

### 3.1. Pendekatan Unit Analisis DDDTLH

Pendekatan unit analisis dan indikator dalam konsep daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup ini untuk menentukan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup

- a. Nasional dan pulau/kepulauan
- b. Provinsi dan ekoregion lintas kabupaten/kota
- c. Kabupaten/kota dan ekoregion di wilayah kabupaten/kota
- d. Lingkungan tematik (sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perkebunan dan perikanan, dll)

### 3.2. Metode Analisis

Adapun metode unit analisis yang dapat digunakan untuk menentukan daya dukung

dan daya tampung lingkungan hidup diantaranya adalah:

- a. *Stock* dengan menghitung ketersediaan sumber daya alam yang ada, untuk metode ini dapat digunakan dalam menentukan daya dukung dan daya tampung pada level nasional maupun pulau/kepulauan
- b. *Supply-demand* dengan menghitung berapa kebutuhan yang diperlukan (berdasarkan *ecological foot print*) untuk memenuhi kebutuhan manusia pada suatu wilayah dan berapa kemampuan lingkungan mampu men supply kebutuhan tersebut (daya dukung lingkungan hidup)
- c. Jasa ekosistem merupakan layanan atau fungsi ekosistem dalam suatu wilayah yang dikategorikan dalam 4 (empat) jenis layanan, yaitu:
  - Layanan fungsional (*provisioning services*): Jasa/produk yang didapat dari ekosistem, seperti misalnya sumberdaya genetika, makanan, air dll.
  - Layanan regulasi (*regulating services*): manfaat yang didapatkan dari pengaturan ekosistem, seperti misalnya aturan tentang pengendalian banjir, pengendalian erosi, pengendalian dampak perubahan iklim dll.
  - Layanan kultural (*cultural services*): manfaat yang tidak bersifat material/terukur dari ekosistem,

seperti misalnya pengayaan spirit, tradisi pengalaman batin, nilai-nilai estetika dan pengetahuan.

- Layanan pendukung kehidupan (*supporting services*): jasa ekosistem yang diperlukan manusia, seperti misalnya produksi biomassa, produksi oksigen, nutrisi, air, dll.
- d. Valuasi ekonomi dengan melakukan perhitungan ekonomi dari suatu kebijakan/rencana/program (KRP) di suatu wilayah terhadap berapa biaya kerugian (potensial dampak) yang harus dikeluarkan dari KRP tersebut untuk dibayarkan dalam rangka untuk memenuhi DDDTLH yang ideal.

Sebagaimana diuraikan di atas daya dukung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk mendukung perihidupan manusia, makhluk hidup lain, dan keseimbangan antar keduanya. Dalam konteks ini kondisi eksisting suatu wilayah akan ditunjukkan dengan status kondisi lingkungan baik secara fisik, kimia dan/atau hayati lingkungan telah terjadi kerusakan atau tidak. Oleh karena itu dibutuhkan baku kerusakan lingkungan hidup untuk menilai status kondisi lingkungan tersebut.

Sedangkan daya tampung lingkungan hidup adalah kemampuan lingkungan hidup untuk menyerap zat, energi, dan/atau komponen lain yang masuk atau dimasukkan ke

dalamnya. Dalam konteks ini daya tampung lingkungan dihubungkan dengan pencemaran lingkungan akibat dari suatu kegiatan, oleh karena itu dibutuhkan baku mutu lingkungan hidup untuk menilai status pencemaran lingkungan tersebut.

### 3.3. Unit analisis

a. Unit analisis adalah satuan analisis untuk mengukur kemampuan wilayah baik pada level nasional, pulau/ kepulauan, provinsi, ekoregion lintas kabupaten/kota, kabupaten/kota dan ekoregion di wilayah kabupaten/ kota serta lingkungan tematik dalam konteks daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup

Dalam menentukan daya dukung, unit analisis ini bisa terbagi atas unit administrasi maupun unit ekoregion dengan kebutuhan data yang berbeda. Berikut ini adalah Tabel yang menggambarkan unit analisis daya dukung dan data yang diperlukan:

Tabel 1. Unit analisis daya dukung dan data yang diperlukan

Unit Analisis (Wilayah)	Klasifikasi Wilayah	Sumber Data
Wilayah Administrasi	1. Nasional 2. Provinsi 3. Kabupaten/ Kota 4. Kecamatan 5. Desa	Data Adminis trasi Data spa sial

Wilayah Fungsional (Tata Ruang)	1. Kawasan Lindung 2. Kawasan Budidaya 3. Kawasan Rawan Bencana 4. Kawasan Startegis	Data Spasial
Wilayah Ekologis		
1. Daerah Alisan Sungai	1. Daerah hulu 2. Daerah tengah 3. Daerah hilir	Data Spasial Data Adminis trasi
2. Ecoregion (Pendekatan landform)	1. Bentuk lahan asal proses vulkanik 2. Bentuk lahan asal proses structural 3. Bentuk lahan asal proses fluvial 4. Bentuk lahan asal proses solusional 5. Bentuk lahan asal proses denudasional 6. Bentuk lahan asal proses eolian 7. Bentuk lahan asal proses marine 8. Bentuk lahan asal proses glasial 9. Bentuk lahan asal proses organic 10. Bentuk lahan asal proses antropogenik	Data spasial

Sumber: Muta'alai, 2014

- b. Parameter DDDTLH adalah merupakan komponen penentuan DDDTLH berdasarkan unit analisis.
- c. Indikator adalah metode analisis yang akan digunakan untuk mengukur kemampuan wilayah dalam konteks daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup.
- d. Tolok ukur adalah satuan analisis berdasarkan parameter DDDTLH

### 3.4. Penentuan DDDTLH

Secara umum teknik perhitungan daya dukung dan daya tampung tergantung dari fungsi atau tujuan yang akan diukur apakah menyangkut aspek ekonomi, demografi dan sebagainya. Setiap tujuan ini memiliki formulasi tersendiri karena karakteristik unit dan ukuran yang berbeda. Muta'ali (2014) telah merangkum beberapa teknik pengukuran dan penentuan daya dukung berdasarkan fungsi dan tujuan sebagaimana tertera pada Tabel berikut:

Tabel 2. Teknik pengukuran dan penentuan daya dukung berdasarkan fungsi dan tujuan

Konsep/Tujuan	Formulasi	Keterangan
1. Daya Tampung Demografs	A = L / P A = Daya dukung lahan L = Luas Lahan (ha) P = Populasi Penduduk (jw/a) Bandangkan nilai A dengan tabel konsumsi lahan	Kebutuhan lahan menurut jumlah penduduk (Yeates) Populasi 10.000 (0,100 ha/jw), 25.000 (0,091), 50.000 (0,086), 100.000 (0,076), 250.000 (0,070), 500.000 (0,066), 1.000.000 (0,061), 2.000.000 (0,057)

Konsep/Tujuan	Formulasi	Keterangan
2. Ekonomi	DDE = $\frac{PDRB_{\text{tot}}}{JP \times K}$ Keterangan: DDE = Daya Dukung Ekonomi Wilayah PDRB tot = Produk Domestik Regional Bruto (Rp) JP = Jumlah Penduduk (jw/a) K = Konsumsi penduduk per kapita (Rp) Nilai konsumsi dapat digunakan KFM (Kebutuhan Fisik Minimum) (Rp) atau garis kemampuan (Rp). Keduaanya didapatkan dari data BPS (Badan Pusat Statistik)	<ul style="list-style-type: none"> <li>DDE&gt;1, sunberdaya dan ekonomi wilayah mampu mendukung kebutuhan dan konsumsi penduduk dalam batas minimal</li> <li>DDE&lt;1, kemampuan ekonomi wilayah tidak mampu mendukung penduduk.</li> <li>DDE=1, berarti terdapat keseimbangan</li> </ul>
3. Keseimbangan Pangan	$K = \frac{As_1 \cdot Ys_1 + As_2 \cdot Ys_2 + ... + As_n \cdot Ys_n}{Cs_1 + Cs_2 + Cs_3 + ... + Cs_m} ; R$ Konsep Bayless Smit. Keterangan: K = Daya dukung lahan = orang/ha As <sub>1</sub> , As <sub>2</sub> = luas lahan varian ditamami dengan jenis-jenis tanaman dalam lahan ha Ys <sub>1</sub> , Ys <sub>2</sub> = produktivitas neto jenis-jenis tanaman pangan s <sub>1</sub> , s <sub>2</sub> , s <sub>3</sub> dalam kalori/ha/tahun Cs <sub>1</sub> , Cs <sub>2</sub> = tingkat konsumsi minimal untuk masing-masing jenis tanaman pangan dalam menu penduduk dalam persen dari kalori total R = kebutuhan kalori rata-rata per kapita	
4. Lahan Pertanian	$r = \frac{Lp/Pd}{Kfm/Pr}$ Keterangan: r = daya dukung wilayah pertanian Lp = luas lahan panen (ha) Pd = jumlah penduduk (jw/a) Kfm = Kebutuhan Fisik Minimum (kg/kapita/tahun) Pr = produksi lahan rata-rata per hektar (kg/ha)	Dengan asumsi bila: $\sigma < 1$ mampu swasembada pangan, $\sigma > 1$ mampu swasembada pangan
5. Permukiman	$CCR = \frac{(A \times r)}{(H \times x \times F)}$ Keterangan: CCR = rasio kemampuan daya dukung (Carrying Capacity Ratio) A = jumlah total area yang dapat digunakan untuk kegiatan pertanian r = frekuensi panen per hektar per tahun H = jumlah KK (Rumah Tangga) x = persentase jumlah penduduk yang tinggal F = ukuran lahan pertanian rata-rata yang dimiliki petani	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCR&gt;1, wilayah memiliki kemampuan u/ mendukung kebutuhan pokok penduduk</li> <li>CCR&lt;1, wilayah tidak mampu untuk mendukung kebutuhan pokok penduduk</li> </ul>



Konsep/Tujuan	Formulasi	Keterangan
6. Fungsi Lindung	$DDL = \frac{\sum (Lg_1 \cdot a_1 + Lg_2 \cdot a_2 + Lg_3 \cdot a_3 + Lg_4 \cdot a_4)}{LW}$ keterangan: DDL = Daya dukung fungsi lindung Lg1 = luas guna lahan jenis 1 (ha) LW = luas wilayah (ha) $a_i$ = koefisien lindung untuk guna lahan 1  Cagar alam (1,00), Suaka margasatwa (1,00), Taman wisata (1,00), Taman buru (0,82), Hutan lindung (1,00), Hutan cadangan (0,61), Hutan produksi (0,68), Perkebunan besar (0,54), Perkebunan rakyat (0,42), Persawahan (0,46), Ladang/tegalalan (0,21), Padang rumput (0,28), Danau/tambak (0,98), Tanaman kayu (0,37), Pemukiman (0,18), Tanah kosong (0,4)	Daya dukung fungsi lindung (DDL) memiliki kisaran nilai antara 0 (minimal) sampai 1 (maksimal). Oleh karena itu, semakin mendekati nilai 1, semakin baik fungsi lindung yang ada dalam wilayah tersebut.
7. Ambang Batas	$WB = (LW - Lm) / (Lw - Li)$ Keterangan: WB = Wilayah bisa dikembangkan LW = Luas wilayah (Km <sup>2</sup> ) Lm = Limitasi atau batas ambang, yaitu wilayah yang bereksiko untuk dikembangkan (Km <sup>2</sup> ) Li = Limitasi Alam, yaitu areal lindung dan rawan bencana serta kondisi tanah dan hidrologi yang tidak sesuai (Km <sup>2</sup> ) $1b = \text{Limitasi Riman} \text{ } \text{vulus areal penggunaan lahan untuk budidaya non pertanian (Km}^2\text{) dan pertanian subuh}$ Li = limitasi infrastruktur dan utilitas, yaitu areal yang telah digunakan untuk pembangunan infrastruktur dan utilitas wilayah (Km <sup>2</sup> )	
8. Tekanan Penduduk	$TP = (1 - a_t) Z_t \frac{F(t-t_0)}{P_t}$ Keterangan : TP = tekanan penduduk terhadap lahan pertanian t = periode waktu perhitungan Z <sub>t</sub> = luas lahan yang diperlukan untuk mendukung kehidupan seorang petani pada tingkat hidup yang ditunjukkan (ha/orang). F = persentase petani di dalam populasi P <sub>0</sub> = besarnya penduduk pada waktu acuan waktu t <sub>0</sub> (orang) R = rata-rata tingkat pertambahan penduduk tahunan L = luas lahan pertanian yang ada di wilayah yang bersangkutan a = persentase pendapatan nonpertanian (0-a <sub>c</sub> ) b = bagian manfaat lahan yang dinikmati oleh petani atau penggarap (0-b <sub>c</sub> ) $Pr = \frac{P}{(1+r)^t}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TP&gt;1, terjadi tekanan penduduk, daya dukung terlampaui.</li> <li>• TP&lt;1, tidak terjadi tekanan penduduk, masih mampu mendukung penduduk yang ada</li> </ul>
9. Lingkungan (Jejak Ekologis)	$DDE = BK/E$ keterangan: DDE = Daya Dukung Ekologis BK = Blokpasitas (ha/orang) $BK_i = (BPK_i \times FP_i)/JP$ $BK = \sum_{i=1}^n BK_i$ keteterangan: BK <sub>i</sub> = blokpasitas penggunaan lahan (ha/kapita) LPI <sub>i</sub> = luas penggunaan lahan I (ha) 0,88 = konstanta (12%-nya digunakan untuk menjamin keberlangsungan biodiversitas (WWF, ZSL, dan GFN, 2006) FP <sub>i</sub> = faktor produksi-i (Ferguson, 1998) JP = jumlah penduduk (jawa) JE = Jejak Ekologis (ha/orang) $JE_i = [P_i \times K_i \times E_i]$ $[E_i = \sum_{i=1}^n JE_i]$ Keterangan: JE <sub>i</sub> = jejak ekologis penggunaan lahan i (ha) JP = jumlah penduduk (Jawa) K <sub>i</sub> = nilai kebutuhan lahan i, untuk memenuhi kebutuhan konsumsi penduduk per kapita (ha/kapita) dengan menggunakan hasil penelitian WWF, ZSL, dan GFN (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DDE&gt;1, berarti bahwa terjadi kondisi surplus, dimana ekosistem mampu mendukung penduduk yang tinggal di dalamnya (<i>ecological debt</i>).</li> <li>• DDE&lt;1, berarti bahwa terjadi kondisi overshoot, dimana ekosistem tidak mampu mendukung penduduk yang tinggal (<i>ecological deficit</i>).</li> <li>• Nilai K<sub>i</sub> x E<sub>i</sub>, telah dihitung dan dihasilkan nilai koefisien yang dapat langsung diterapkan</li> </ul>

Konsep/Tujuan	Formulasi	Keterangan
	$EF = \text{Faktor Ekuivalen (hasil penelitian WWF, ZSL, dan GFN (2006)}$ $JE_t = \text{Nilai jejak ekologi total}$	

Sumber : Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah (Muta'ali all. 2014)

Selain penentuan daya dukung berdasarkan fungsi atau tujuan tersebut, penentuan daya dukung juga dapat diukur berdasarkan tipologi media seperti lahan hutan dan air serta beberapa sector ekonomi baik pada tingkat nasional, regional maupun ekoregion.

### Daya dukung lahan.

Daya dukung lahan pada dasarnya ditentukan oleh adanya ketersediaan dan kebutuhan atau *demand* dan *supply side*. Muta'ali (2014) menentukan bahwa daya dukung berdasarkan kedua sisi tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3. Daya dukung lahan ditentukan oleh adanya ketersediaan dan kebutuhan

Sisi Ketersediaan lahan (supply side)	Sisi Kebutuhan lahan (demand side)
Total produksi aktual seluruh komoditas setempat	1. Populasi penduduk 2. Kebutuhan lahan per orang yang diasumsikan setara dengan luas lahan untuk menghasilkan 1 ton setara beras/tahun
$S_k = \frac{\sum_i (P_i \times HB)}{HB} \times \frac{1}{P_k \times b_k}$	$DL = N \times KHLL$
Keterangan: SL = Ketersediaan lahan (ha) Pi = Produksi aktual tiap jenis komoditi (satuan tergantung kepada jenis komoditas) KHLL = luas lahan yang dibutuhkan untuk kebutuhan hidup layak per penduduk: a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk kebutuhan hidup layak per penduduk merupakan kebutuhan hidup layak per penduduk dibagi produktifitas beras lokal. b. Kebutuhan hidup layak per penduduk diasumsikan sebesar 1 ton setara beras/kapita/tahun.	Keterangan: DL = Total kebutuhan lahan setara beras (ha) N = Jumlah penduduk (orang) KHLL = luas lahan yang dibutuhkan untuk kebutuhan hidup layak per penduduk: a. Luas lahan yang dibutuhkan untuk kebutuhan hidup layak per penduduk merupakan kebutuhan hidup layak per penduduk dibagi produktifitas beras lokal. b. Kebutuhan hidup layak per penduduk diasumsikan sebesar 1 ton setara beras/kapita/tahun.

Sisi Ketersediaan lahan (supply side)	Sisi Kebutuhan lahan (demand side)
<p>tingkat produsuen <math>Pt/b = \text{Produktivitas beras (kg/ha)}</math></p> <p>Dalam penghitungan ini, faktor konversi yang digunakan untuk menyatakan produk non beras dengan beras adalah harga.</p>	c. Daerah yang tidak memiliki data produktivitas beras lokal, dapat menggunakan data rata-rata produktivitas beras nasional sebesar 2400 kg/ha/tahun.

Daya Dukung Lahan  
Bila  $SL > DL$ , daya dukung lahan dinyatakan surplus.  
Bila  $SL < DL$ , daya dukung lahan dinyatakan deficit atau terlampaui.

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 Tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah (Lebih Jelang dapat dilihat pada buku : Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan pengembangan Wilayah. 2011. Lutfi Mutu ali)

## Daya dukung Air

Penentuan daya dukung air secara prinsip hampir sama dengan penentuan daya dukung lahan yakni dengan memperbandingkan ketersediaan air dan kebutuhan air. Dengan melihat kedua kriteria di atas, Muta'ali (2014) menentukan daya dukung air sebagai berikut:

Tabel 4. Daya dukung air ditentukan oleh adanya ketersediaan dan kebutuhan

Sisi Ketersediaan Air (supply side)	Sisi Kebutuhan Air (demand side)
<p>1. Koefisien limpasan untuk setiap jenis penggunaan lahan</p> <p>2. Luas setiap jenis penggunaan lahan</p> <p>Metode Koefisien Limpasan yang dimodifikasi dari metode rasional.</p> <p>Rumus:  <math>C = \sum C(x/A) / \sum A</math>  <math>R = \sum R/x/m</math>  <math>SA = 10 \times C \times R \times A</math></p> <p>Keterangan:  <math>SA</math> = ketersediaan air (m<sup>3</sup>/tahun)  <math>C</math> = koefisien limpasan tertimbang  <math>Cl</math> = Koefisien limpasan penggunaan lahan i (luas penggunaan lahan i/ha)  <math>Ai</math> = luas penggunaan lahan i (ha)  <math>R</math> = rata-rata aljabar curah hujan tahunan wilayah (mm/tahunan).</p> <p><math>Ri</math> = curah hujan tahunan pada stasiun i</p> <p><math>m</math> = jumlah stasiun pengamatan curah hujan</p> <p><math>A</math> = luas wilayah (ha)</p> <p>10 = faktor konversi dari mm.ha menjadi m<sup>3</sup></p>	<p>1. Populasi penduduk</p> <p>2. Kebutuhan air per orang berdasarkan pola konsumsi</p> <p>Penghitungan Kebutuhan (Demand) Air</p> <p>Rumus:  <math>DA = N \times KHLA</math></p> <p>Keterangan:  <math>DA</math> = Total kebutuhan air (m<sup>3</sup>/tahun)  <math>N</math> = Jumlah penduduk (orang)  <math>KHLA</math> = Kebutuhan air untuk hidup layak = 1600 m<sup>3</sup> air/kapita/tahun,  = 2 x 800 m<sup>3</sup> air/kapita/tahun, di mana: 800 m<sup>3</sup> air/kapita/tahun merupakan kebutuhan air untuk keperluan domestik dan untuk menghasilkan pangan (lihat catatan dibawah untuk total kebutuhan air dan tentang "Air Virtual" (kebutuhan air untuk menghasilkan satu satuan produk).</p> <p>2.0 merupakan faktor koreksi untuk memperhitungkan kebutuhan hidup layak yang mencakup kebutuhan pangan, domestik dan lainnya.</p> <p>Catatan: Kriteria WHO untuk kebutuhan air total sebesar 1000–2000 m<sup>3</sup>/orang/tahun</p>

Sisi Ketersediaan Air (supply side)	Sisi Kebutuhan Air (demand side)
<p>Keterangan (Koefisien Limpasan memurut Penggunaan Lahan)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kota, jalan aspal, atap genteng (0.7 – 0.9),</li> <li>Kawasan Industri (0.5 – 0.9),</li> <li>Permukiman multi unit, pertokoan (0.6 – 0.7),</li> <li>Kompleks perumahan (0.4 – 0.6),</li> <li>Villa (0.3 – 0.5),</li> <li>Taman, pemakaman (0.1 – 0.3),</li> <li>Pekarangan tanah ringan: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. &gt; 7% (0.25 – 0.35),</li> <li>b. 2 – 7% (0.18 – 0.22),</li> <li>c. &lt; 2% (0.13 – 0.17),</li> </ul> </li> <li>Pekarangan tanah berat: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. &gt; 7% (0.15 – 0.2),</li> <li>b. 2 – 7% (0.10 – 0.15),</li> <li>c. &lt; 2% (0.05 – 0.10),</li> </ul> </li> <li>Lahan berat (0.40),</li> <li>Padang rumput (0.35),</li> <li>Lahan budidaya pertanian (0.30),</li> <li>Hutan produksi (0.18)</li> </ol> <p>Penentuan Status Daya Dukung Air</p> <p>Bila <math>SA &gt; DA</math>, daya dukung air dinyatakan surplus.</p> <p>Bila <math>SA &lt; DA</math>, daya dukung air dinyatakan deficit atau terlampaui.</p>	<p>Keterangan (Kebutuhan Air)</p> <p>Sebagai contoh untuk kebutuhan air</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Beras, 120 kg/th setara dengan 324.000 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Air minum dan rumah tangga, 120 l/h = 43.200 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Telor 1 kg berisi 16 telor, setara 105.75 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Buah 1kg Jeruk = 5 buah: setara 3.84 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Daging 1/10 kg/Share: setara dengan 20.16 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Salad = 5.40 m<sup>3</sup>/th</li> <li>Kedelai 276.00 m<sup>3</sup>/th</li> </ol> <p>Total = 778.35 m<sup>3</sup>/th</p>

Sumber: Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 17 Tahun 2009 Tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup Dalam Penataan Ruang Wilayah (Lebih Jelang dapat dilihat pada buku : Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan pengembangan Wilayah. 2011. Lutfi Mutu ali)

## Daya dukung hutan dan kawasan hutan

Sebagaimana telah dikemukakan pada bab terdahulu, penentuan daya dukung hutan dan kawasan didasarkan pada konsep yang kompleks karena adanya interaksi dari berbagai faktor seperti tingkat keseusian lahan, kemiringan lahan, faktor pembatas, tutup lahan dan hutan dan berbagai faktor lainnya. Disamping itu interaksi antar daerah aliran sungai juga menyebabkan perhitungan daya dukung hutan relative lebih kompleks karena menyangkut batas administrasi dan batas ekosistem. Di bawah ini hanya diberikan ilustrasi perhitungan daya dukung hutan berdasarkan kajian Barkey (2014). Ilustrasi yang digunakan adalah dari Daerah Aliran Sungai Jeneberang di Provinsi Sulawesi Selatan. Kawasan Hutan pada DAS Jeneberang terdiri atas Kawasan Hutan Lindung dengan luas 7.724,39 ha, Kawasan Hutan Produksi

Terbatas dengan luas 7.544,62 ha, Kawasan Hutan Produksi dengan luas 4.666,96 ha dan Kawasan Taman Wisata Alam dengan luas 3.408,13 ha. Total luas kawasan hutan mencapai 23.344,10 ha atau 23% dari total luas DAS. Sebaran daya dukung kawasan hutan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 5. Contoh perhitungan Daya Dukung Lahan Kawasan Hutan DAS Jeneberang.

Fungsi Kawasan	Daya Dukung	Luas (ha)
Hutan Lindung	Rendah	5.261
	Sedang	3
	Tinggi	2.460
Total Hutan Lindung		7.724
Hutan Produksi	Not applicable	23
	Rendah	1.407
	Sedang	1.025
	Tinggi	2.212
	Total Hutan Produksi	
Hutan Produksi Terbatas	Not applicable	3
	Rendah	3.484
	Sedang	507
	Tinggi	3.551
	Total Hutan Produksi Terbatas	
Taman Wisata Alam	Rendah	1.157
	Sedang	1.233
	Tinggi	1.018
Total Taman Wisata Alam		3.408
<b>Grand Total</b>		<b>23.344</b>

### Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Pertanian dan Perkebunan

Sama halnya dengan penentuan daya dukung hutan dan kawasan hutan,

penentuan daya dukung untuk pertanian dan perkebunan juga relative kompleks. Hal ini karena didasari pada interaksi ruang dan karakteristik atau jenis ekosistem yang dimanfaatkan. Untuk kawasan gambut misalnya akan berbeda dengan kawasan daerah aliran sungai. Secara umum penilaian DDT LH untuk pertanian dan perkebunan sama dengan penentuan kawasan hutan dan lahan yakni berdasarkan kemampuan lahan dan kesesuaian lahan serta neraca lahan. Dengan demikian formula umum untuk penentuan daya dukung dan daya tampung sector pertanian dan perkebunan adalah (Barus, 2014)

$$DD = f(\text{ruang}, \text{kualitas lahan})$$

Dimana ruang untuk air merupakan fungsi dari karakter ruang, tipe penggunaan dan fisik tanah. Sementara kualitas lahan ditentukan oleh sifak kimia, fisik dan biologi. Dengan diketahuinya daya dukung maka daya tampung merupakan selisih dari daya dukung atau

$$DT = DD1 - DD2$$

Dimana D1 adalah daya dukung periode 1 dan D2 adalah daya dukung periode 2. Jika selisih negatif maka perlu upaya perbaikan dan jika positif perlu dipertahankan.

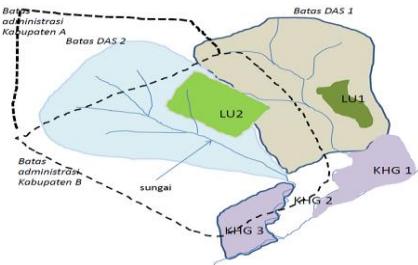
Selain itu jenis komoditas pertanian yang ditanam juga akan menentukan kesesuaian lahan dan berimplikasi pada penentuan daya dukung dan daya tampung. Sebagai contoh untuk jagung, kesesuaian lahan mengikuti kriteria berikut.

Tabel 6. Kesesuaian lahan untuk komoditas jagung.

Kualitas/Karakteristik Lahan		Kelas Kesesuaian Lahan				
		S1	S2	S3	N1	N2
Temperatur	(t) • Rata-rata tahunan (oC)	20-26	>26-30	>30-32 15-<20	Td Td	>32 <16
Ketersediaan air	(w) • Bulan Kering (<75 mm) • Curah hujan/tahun (mm) • LGP (hari)	1-7	>7-8	>8-9	Td	>9
Medi perakaran	(r) • Drainase Tanah • Tekstur	Baik, sedang	Agak terhambat	Terhambat, agak cepat	Td	Cepat, sangat terhambat
	L, SCL, SIL, Si, CL, SICL <sub>r</sub>	SL, SC, C	LS, SIC, Str C			Kerikil, pasir
• Kedalaman Efektif	(cm)	>60	10-60	24->40	20-24	<24
• Gambut			Saprifik <100	Hemik 100-150	Saprifik-Hemik >150-200	Fibrilk >200
a. Kemarutang						
b. Ketebalan	(cm)	≥ Sedang 6,0-7,0	Rendah 7,0-7,5 5,5-<5,9	Sangat rendah 7,5-8,0 4,5-<4,5	Td >8,0-85 4,0-4,5	>8,5 <4,0
Retensi Hara	(f)				Td	Td
• KTK Tanah						
• pH Tanah						
• C-organik	(%)	>0,8	<0,8			
Kegaraman	(c)					
• Salinitas	(ds/m)	<2	2-4	>4-6	>6-8	>8
Toksitas	(x)					
• Kejemuhan Al	(%)	<20	20-40	40-60	>60	
• Kedalamann Sulfidik	(cm)	>100	75-<100	50-<75	40-<50	<40
Hara Tersedia	(n)					
• Total N		≥ Sedang	Rendah	Sangat rendah	-	
• P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Sangat tinggi	Tinggi	Sedang-rendah	-	
• K <sub>2</sub> O		≥ Sedang	Rendah	Sangat rendah	-	
Kemudahan pengolahan	(p)					
• Konsistensi, besar butir				Sangat keras, sangat teguh, sangat lekat		berkerikil, berbatu
Terrain/potensi mekanisasi	(s/m)					
• Lereng	(%)	<3	3-8	>8-15	>15-24	>24
• Batuan permukaan	(%)	<3	3-15	>15-40	Td	>40
• Singkapan batuan	(%)	<2	2-10	>10-25	>25-40	>40
Tingkat bahaya erosi (TBE)	(e)	SR	R	S	B	SB
Lereng*	(%)	(<3)	(3-8)	(>8-15)	(>15-24)	(>24)
Bahaya banjir	(b)	F0	F1	F2	F3	F4
Keterangan:						
Td	: Tidak berlaku	SI	: Debu			
S	: Pasir	L	: Lembing			
Str C	: Liat berstruktur	Liat masif	: Liat dari tipe 2:1 (vertisol)			
*) Bila tidak ada data TBE, gunakan lereng						

Berikut ini disajikan ilustrasi konsep daya dukung dan daya tampung berbasis

hidrologi dan DAS dan KHG (kawasan hutan gambut)



Gambar 4.  
Ilustrasi Daya dukung kawasan gambut dan daerah aliran sungai (Barus, 2014)

## Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung kawasan tambang

Secara umum dapat dikatakan bahwa belum ada formulas khusus untuk menentukan DDTLH pertambangan. Hal ini karena aktifitas pertambangan yang berada di wilayah hutan atau daratan DDTTH akan mengikuti kaidah DDTTH lahan atau hutan serta air yang digunakannya. Tambang merupakan aktifitas ekonomi yang akan menggunakan media lahan dan air, sehingga tekanan aktifitas dari kegiatan penambangan

akan menyebabkan berubahnya DDDTH lahan dan air. Fokus penentuan DDDTLH untuk kegiatan penambangan lebih diarahkan pada kegiatan kondisi setelah tambang di tutup karena dari sinilah perubahan biofisik lahan dan air akan terjadi.

### **Penentuan Daya dukung dan Daya Tampung berdasarkan Valuasi Ekonomi**

Selain dengan metode yang berbasis perhitungan unit fisik (seperti hektar, orang ataupun indeks), penentuan DDDTLH juga dapat dilakukan melalui pendekatan Valuasi Ekonomi. Prinsip ini didasarkan pada kaidah "Service-to-Value" yang terjadi pada sumber daya alam. Dengan kata lain pemanfaatan sumber daya alam yang melewati daya dukung akan mengubah layanan sumber daya alam tersebut. Layanan ini bisa di proxy dari nilai ekonomi sumber daya yang dihasilkan maupun dari sumber daya yang hilang. Deplesi dan degradasi dari sumber daya alam akan mengurangi manfaat dari sumber daya alam dan sekaligus menggambarkan penurunan DDDTH itu sendiri. Dengan diketahuinya nilai ekonomi dari sumber daya alam akan diketahui seberapa besar deplesi dan degradasi sumber daya alam. Nilai deplesi ini akan membantu menentukan apakah sumber daya alam sudah melewati daya dukung dan daya tampungnya. Jika dihitung pada skala

makro nilai ini akan membantu dalam menentukan neraca sumber daya alam dan PDB/PDRB (Produk Domestik Bruto dan Produk Domestik Regional Bruto).

Salah satu metode sederhana dalam menghitung deplesi adalah dengan mengurangi ekstraksi SDA terhadap nilai Maximum Sustainable Yield nya atau produksi lestari, yakni tingkat produksi yang dapat dipertahankan dalam jangka panjang tanpa harus merusak ketersediaan sumber daya itu di masa mendatang. Dengan kata lain Deplesi dihitung dengan rumus;

$$D = \text{Pengambilan (Y)} - \text{Produksi lestasi (SY)}$$

Jika pengambilan atau pemanenan sudah melebihi produksi lestari ( $Y > SY$ ) maka dapat dikatakan sudah melewati daya dukung. Nilai deplesi kemudian bisa dihitung dengan

$$VD = VE (\text{Nilai Ekonomi SDA}) \times D (\text{Deplesi})$$

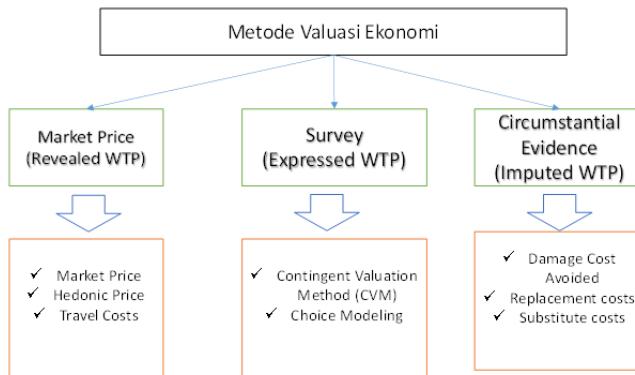
Nilai ini kemudian dapat digunakan untuk menghitung PDB/PDRB yang sudah disesuaikan atau Adjusted PDB/PDRB dengan mengurangi nilai PDB terhadap Deplesi sumber daya alam.

$$\text{Adjusted PDB/PDRB} = \text{PDB/PDRB} - VD$$

Jika nilai Adjusted PDB/PDRB ini tereduksi dari deplesi lebih dari 25% misalnya, maka ekstraksi sumber daya

alam dapat dikatakan tidak optimal dan telah melewati daya dukungnya.

Oleh karena penentuan nilai dari sumber daya alam harus didasarkan pada kaidah valuasi ekonomi, maka penentuan nilai berdasarkan valuasi ekonomi ini dapat dilakukan dengan beberapa metode. Fauzi (2014)<sup>1</sup> secara rinci menjelaskan beberapa metode valuasi ekonomi untuk sumber daya alam. Secara umum pendekatan tersebut dapat digambarkan dalam Gambar di bawah ini.



Gambar 5. Pendekatan Valuasi ekonomi untuk menghitung DDDTLH

Seperti terlihat pada Gambar 5 di atas, perhitungan valuasi ekonomi dapat dihitung baik melalui pendekatan pasar maupun non-pasar dan bukti kerusakan (evidence). Pendekatan pasar umumnya digunakan melalui pasar titipan (surrogate) seperti nilai rumah yang berbeda antar rumah dengan amienties

lingkungan dengan yang tidak memiliki amenity lingkungan. Nilai property yang tinggi menggambarkan adanya nilai tambahan dari lingkungan di sekitar yang dapat dijadikan sebagai proxy dalam menentukan nilai lingkungan.

Pendekatan lain yang digunakan adalah melalui Contingent Valuation Method (CVM) atau Choice modeling yang berupaya menghitung kesanggupan membayar masyarakat akan perbaikan lingkungan. Pendekatan bukti didasarkan pada biaya yang dibutuhkan untuk menilai jasa lingkungan yang hilang akibat pembangunan atau ekstraksi yang melewati DDDTLH.

Jika kemudian ketiga pendekatan di atas tidak dimungkinkan, maka nilai ekonomi dapat didekati dengan menggunakan Benefit Transfer, yakni menggunakan nilai ekonomi yang sudah dihitung dari penelitian-penelitian sebelumnya sebagai basis perhitungan. Tabel di bawah ini menyajikan beberapa nilai ekonomi yang dapat digunakan sebagai basis dalam perhitungan Benefit Transfer.

<sup>1</sup> Fauzi, A. 2014. Valuasi Ekonomi dan Penilaian Kerusakan Sumber Daya alam dan Lingkungan. IPB Press. Bogor

Tabel 7. nilai ekonomi yang dapat digunakan sebagai basis dalam perhitungan Benefit Transfer

Jasa Lingkungan	Total Hutan Global (US\$/ha)	Hutan tropis (US\$/Acre)
Pengatur iklim	57.1	90.2
Pengaturan air	0.8	2.4
Pengendalian erosi dan sedimen	38.8	99.1
Siklus nutrient	146.1	373.1
Genetic Resource	6.5	16.6
Rekreasi	26.7	45.3
Budaya	0.8	0.8

Secara prinsip, dalam konteks perhitungan DDDTLH, valuasi ekonomi hanya memberikan rambu-rambu ekstraksi sumber daya alam yang berkelanjutan dengan membandingkan nilai ekonomi yang diperoleh dari ekstraksi dengan yang sebenarnya dari sumber daya alam itu sendiri. Dengan kata lain jika nilai kerusakan yang dihasilkan dari ekstraksi sumber daya alam lebih besar dari nilai ekonomi SDAL maka dapat dikatakan sudah melewati daya dukungnya.

$$\text{Nilai DDDTLH} = \text{Nilai kerusakan} - \text{nilai ekonomi SDAL}$$

Namun demikian rumus di atas tentu saja memerlukan penyesuaian karena setiap ekosistem memiliki karakteristik yang berbeda dengan nilai ekonomi yang

berbeda pula. Dengan demikian diperlukan kehati-hatian dalam menghitung nilai ekonomi dari sumber daya alam sehingga tidak menghasilkan nilai yang bias.

### Penentuan ambang kritis DDDTLH

Salah satu hal yang krusial dalam menentukan daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup adalah menyangkut ambang batas atau *critical threshold* yakni nilai (dalam satuan unit analisis seperti hektar atau nilai kuantitatif lainnya) dimana ketika nilai kritis tersebut dilalui maka DDDTLH sudah terlampaui. Secara teoritis oleh karena kompleksitas interaksi alam dan lingkungan, memang tidak ada ukuran yang universal untuk menentukan ambang kritis tersebut karena adanya daya lenting (*resilience*) dari lingkungan itu sendiri. Oleh karenanya dalam menentukan ambang kritis, sebagaimana dikemukakan oleh Nijkamp (1999), digunakan kisaran ambang kritis minimum dan ambang kritis maksimum.

Pendekatan Nijkamp (1999) dalam mementukan ambang kritis menggunakan pendekatan *FLAG* (atau



bendera) dapat diilustrasikan pada Gambar berikut:

Sebagaimana terlihat pada Gambar 6 di atas, Nijkamp (1999) menggunakan "pita" (band) yang menggambarkan critical threshold value (CTV) dalam rentang kisaran ambang batas kritis minimum (CTVmin) dan ambang batas maksimum (CTVmax). CTVmin mengindikasikan dugaan konservatif ambang batas kritis yang bisa ditolelir sementara CTVmax merupakan ambang batas kritis maksimum dimana ketika titik ini dilewati maka daya dukung sudah melampaui batas maksimumnya dan dinyatakan dalam zona bahaya (warna hitam).

Berdasarkan kriteria di atas, maka titik kritis daya dukung dapat dihitung menurut rumus berikut (Nijkamp, 1999)

$$S(x) = \frac{(CTV - x)}{(CTV_{\text{min}} - CTV)} \text{ untuk } x < CTV$$

$$S(x) = \frac{(x - CTV)}{(CTV_{\text{max}} - CTV)} \text{ untuk } x > CTV$$

Dimana nilai X adalah nilai indikator yang diukur dan S(x) merupakan indikator sustainability yang menggambarkan wilayah hijau sampai kuning (apakah masih aman atau sudah melewati daya dukung). Sebagai contoh jika nilai CTV adalah 100 (status ekstraksi misalnya) adalah 100 dengan CTVmax

120, maka jika ekstraksi saat ini sebesar 121, maka nilai  $S(x) = (121 - 100)/(120 - 100) = 1.05$ . Karena kisaran pita berada antara -1 sampai 1, maka nilai 1.05 sudah melewati CTVmax dan akan berada pada pita hitam yang berarti daya dukung sudah jauh terlampaui.

Penentuan ambang kritis di atas hanyalah salah satu pendekatan yang dapat dilakukan disamping banyak pendekatan lain yang lebih kompleks. Namun demikian setiap pendekatan memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing dan tergantung dari kondisi sumber daya alam dan lingkungan yang dianalisis.

### Matriks Penentuan daya dukung dan daya tampung LH

Selanjutnya, Matriks di bawah ini menyajikan kriteria pengukuran atau penentuan DDTLH dengan komponen kajian dan indikator pengukurannya. Sebagaimana terlihat pada Matrix di bawah ini, penentuan daya dukung nasional dan kepulauan bisa didasarkan pada komponen kajian kerawanan dan kerentanan bencana, fungsi hidroogis, produksi hayati, sumber daya mineral, keunikan ekosistem dan kapasitas sekuestrian karbon. Komponen-komponen ini kemudian bisa diukur dari berbagai indikator seperti ketersedian atau potensi sumber daya, nilai ekonomi,

ketahanan ekologi maupun kapasitas menyimpan karbon. Sebagaimana telah dijelaskan pada pengukuran DDDTLH pada bagian sebelumnya, tolok ukur dari beberapa indikator ini kemudian dilakukan dengan berbagai metode yang telah diuraikan di atas.

#### a. Penentuan DDDTLH Nasional dan Pulau/Kepulauan

Unit pengukuran pada skala yang makro adalah skala nasional dan kepulauan. Pada skala ini memang relative lebih rumit karena luasan komponen kajian dan besaran unit yang di analisis menyebabkan pengukuran menjadi lebih kompleks. Secara prinsip, penentuan DDDTLH bisa saja merupakan kompilasi atau kumulasi dari skala yang lebih kecil di bawahnya seperti skala regional/ecoregion atau skala kabupaten/kota.

Dalam penentuan unit analisis nasional, kawasan hutan mungkin dapat dijadikan sebagai baseline dalam menentukan DDDTLH, hal ini karena skala luasan kawasan

melintasi batas wilayah ecoregion, provinsi maupun kabupaten kota. Selain itu data luasan hutan pada tingkat nasional relative lebih tersedia. Dengan demikian baik tutupan lahan maupun kesesuaian lahan dapat digunakan sebagai tolok ukur dalam menentukan DDDTLH pada unit nasional.

Tabel 8. Penentuan DDDTLH Nasional dan Pulau/Kepulauan

Unit Analisis	Komponen Kajian	Indikator	Tolok Ukur	Tujuan
Nasional dan pulau/kepulauan	Tingkat kerawanan dan kerentanan bencana	Kerawanan geologi (potensi patahan, vulkanik dan tsunami)		Mengetahui tingkat kerentanan dan kerawanan bencana geologi
	Fungsi hidrologi (penyedia/penyimpan air)	Stock potensi/ ketersediaan air	Ketersediaan air/jumlah penduduk	Mengetahui Ketersediaan Air: kualitas, kuantitas dan kontinuitas
	Produksi hayati (pertanian, perikanan, kehutanan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stock sumberdaya alam</li> <li>Tingkat ketersediaan komoditas hayati untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>Ecological Footprint</li> <li>Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan produk (komoditas pertanian/ perikanan/ kehutanan) dibandingkan jumlah penduduk	Mengetahui Pemanfaatan Ketersediaan Lahan Sesuai Karakteristik Wilayah Untuk Mendukung Ketersediaan Pangan (LP2B)
	Produksi sumber daya mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stock sumberdaya alam mineral</li> <li>Kuantitas suatu komoditas mineral untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>Tingkat kerusakan lingkungan akibat produksi sumber daya mineral</li> <li>Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan sumber mineral/jumlah penduduk	Mengetahui Ketersediaan Energi
	Keunikan ekosistem, spesies dan sumber daya genetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kelelahan ekologis</li> <li>Kearifan lokal</li> <li>Tingkat kelangkaan suatu spesies tertentu</li> <li>Potensi kehenti</li> <li>Tingkat keanekaragaman hayati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frekwensi kerusakan</li> <li>Baku mutu</li> </ul>	Keberlanjutan Keanekaragaman Hayati : Konservasi, Restorasi,
	Kapasitas sequestrasi dan emisi karbon	Kemampuan ekosistem sebagai karbon stock	*	

#### b. Penentuan DDDTLH Provinsi dan Ekoregion Lintas Kabupaten/Kota

Sama seperti penentuan DDDTLH pada unit nasional, penentuan

DDDTLH pada unit provinsi maupun ecoregion pada prinsipnya hampir sama, hanya memerlukan scaling down pada untuk pengukuran (tolok ukur) atau indikator. Pada unit analisis ekoregion, beberapa indikator seperti tingkat kerusakan hutan kerawanan geologi maupun ketersedian cadangan sumber daya mungkin bisa lebih diukur secara

lebih rinci dalam skala yang lebih baik. Dengan demikian pengukuran DDDTLH sebagaimana yang telah diuraikan di atas dapat dilakukan secara lebih rinci berdasarkan komponen kajian yang telah ditentukan sebelumnya.

Tabel 9. Penentuan DDDTLH Provinsi dan Ecoregion Lintas Kabupaten/Kota

Unit Analisis	Komponen Kajian	Indikator	Tolok Ukur	Tujuan
Provinsi dan ecoregion lintas kabupaten/kota	Tingkat kerawanan dan kerentanan geologi	Kerawanan geologi (potensi patahan dan tsunami)		Mengetahui tingkat kerentanan dan kerawanan bencana
	Fungsi hidrologi (penyedia/penyimpan air)	Kemampuan ekosistem menyediakan/ menyimpan air	Ketersediaan air/jumlah penduduk	Mengetahui kemampuan suatu ekosistem sebagai fungsi hidrologi
	Produksi hayati (pertanian, perikanan, kehutanan)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan suatu komoditas hayati untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>▪ Jaseko</li> <li>▪ Ecological Footprint</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan produk hayati (komoditas pertanian/ perikanan/kehutanan) dibandingkan jumlah penduduk	Mengetahui Pemanfaatan Ketersediaan Lahan Sesuai Karakteristik Wilayah Untuk Mendukung Ketersediaan Pangan (LP2B)
	Produksi sumber daya mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan suatu komoditas mineral untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>▪ Jaseko</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan sumber daya mineral/jumlah penduduk	Mengetahui Ketersediaan Energi
	Kapasitas sequestrasi dan emisi karbon	Kemampuan ekosistem sebagai karbon stock		
	Keunikan ekosistem, spesies dan sumber daya genetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ketahanan ekologi</li> <li>▪ Kearifan lokal</li> <li>▪ Tingkat kelangkaan suatu spesies tertentu</li> <li>▪ Potensi kehati</li> <li>▪ Potensi sumberdaya genetik</li> <li>▪ High Concentration Value (HCV)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Frekwensi kerusakan</li> <li>- Baku kerusakan mutu ekosistem</li> </ul>	Keberlanjutan Keanekaragaman Hayati: Konservasi, Restorasi,
	Tingkat kerusakan hutan/lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kemampuan ekosistem hutan menyediakan <i>tangible product</i></li> <li>▪ Kemampuan ekosistem hutan menyediakan <i>intangible product</i></li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Baku mutu kerusakan ekosistem hutan dan lahan	Mengetahui tingkat kerusakan hutan/lahan



c. Penentuan DDDTLH Kabupaten/Kota dan Ekoregion di Wilayah Kabupaten/Kota

Penentuan DDDTLH pada unit analisis Kabupaten/kota dan Ekoregion di wilayah kabupaten/kota secara prinsip juga sama dengan pada tingkat di atasnya. Yang diperlukan adalah scaling down pada deliniasi komponen

kajian seperti ekstraksi sumber daya mineral dalam wilayah kabupaten/kota (izin usaha pertambangan) atau tingkat pencemaran sungai yang berada di wilayah kabupaten/kota maupun wilayah *ecoregion* yang melintasi kabupaten/kota tersebut.

Tabel 10. Penentuan DDDTLH Kabupaten/ Kota dan Ekoregion di Wilayah Kabupaten/Kota

Unit Analisis	Komponen Kajian	Indikator	Tolok Ukur	Tujuan
Kabupaten/kota dan ekoregion di wilayah kabupaten/ kota	Kerawanan geologi (potensi patahan dan tsunami)	Tingkat kerawanan dan kerentanan geologi		Mengelihui tingkat kerentanan dan kerawanan bencana
	Fungsi hidrologi (penyedia/penyimpan air)	Kualitas ekosistem menyediakan fungsi hidrologi	Ketersediaan air/jumlah penduduk	Mengelihui kemampuan suatu ekosistem sebagai fungsi hidrologi
	Produksi hayati (pertanian, perikanan, kehutanan) → khusus untuk kabupaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan suatu komoditas hayati untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>▪ Jaseko</li> <li>▪ Ecological Footprint</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan produk hayati (komoditas pertanian/ perikanan/kehutanan) dibandingkan jumlah penduduk	Mengelihui Pemanfaatan Ketersediaan Lahan Sesuai Karakteristik Wilayah Untuk Mendukung Ketersediaan Pangan (LP2B)
	Produksi sumber daya mineral → khusus untuk kabupaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan suatu komoditas mineral untuk memenuhi kebutuhan tertentu</li> <li>▪ Jaseko</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan sumber daya mineral/jumlah penduduk	Mengelihui Ketersediaan Energi
	Kapasitas sequestrasi dan emisi karbon	Kemampuan ekosistem sebagai karbon stock		
	Keunikan ekosistem, spesies dan sumber daya genetik	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ketahanan ekologi</li> <li>▪ Tingkat keanekaragaman hayati</li> <li>▪ Kearifan lokal</li> <li>▪ Tingkat kelangkaan suatu spesies tertentu</li> <li>▪ Potensi kehati</li> <li>▪ Banyaknya mutu kerusakan ekosistem</li> <li>▪ High Concentration Value (HCV)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frekwensi kerusakan</li> <li>▪ Potensi kehati</li> <li>▪ Tingkat keanekaragaman hayati</li> </ul>	Keberlanjutan Keanekaragaman Hayati: Konservasi, Restorasi,
	Tingkat kerusakan hutan/lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat kerusakan hutan/lahan</li> <li>▪ Kemampuan ekosistem hutan menyediakan <i>tangible product</i></li> <li>▪ Kemampuan ekosistem hutan menyediakan <i>intangible product</i></li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Baku mutu kerusakan ekosistem dan lahan	Mengelihui tingkat kerusakan hutan/lahan
	Daya tampung beban pencemaran air pada segmen sungai/andalan/pada badan air lainnya	Baku mutu kualitas air		
	Kecukupan infrastruktur	Kapasitas infrastruktur		Mengelihui kemampuan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan infrastruktur
	Tingkat keamanan/kerawanan sosial	Potensi terjadinya konflik		Mengelihui tingkat keamanan/kerawanan sosial

d. Penentuan DDDTLH Lingkungan Tematik

Penentuan DDDTLH dalam konteks lingkungan tematik lebih diarahkan pada sektor ekonomi yang berkaitan dengan ekstraksi sumber daya alam seperti pertanian, perikanan, perkebunan, pertambangan dan sejenisnya. Pada skala tematik ini data ekstraksi yang ada pada sektor dapat dijadikan sebagai basis ukuran penggunaan sumber daya alam sementara data sisi suplai dapat diperoleh pada tingkatan di atasnya

misalnya kabupaten/kota, provinsi maupun nasional. Dengan demikian jika yang dihitung adalah daya dukung pertanian di Kabupaten A, maka sisi suplai (ketersediaan sumber daya alam sebagai basis perhitungan daya dukung) dan sisi permintaan, yakni jumlah sumber daya yang diambil atau diekstraksi juga didasarkan besaran tingkat kabupaten A tersebut. Demikian juga pada tingkat di atasnya.

Tabel 11. Penentuan DDDTLH Lingkungan Tematik

<b>Unit Analisis</b>	<b>Komponen Kajian</b>	<b>Indikator</b>	<b>Tolok Ukur</b>	<b>Tujuan</b>
Lingkungan tematik (sektor kehutanan, pertambangan, pertanian, perkebunan dan perikanan, dll)	Kemampuan memenuhi kebutuhan pertanian	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan komoditas pangan</li> <li>▪ Ecological footprint</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan pangan/jumlah penduduk	Mengetahui kemampuan suatu lahan pertanian untuk memenuhi kebutuhan
	Kemampuan memenuhi kebutuhan perikanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan komoditas perikanan</li> <li>▪ Ecological footprint</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan komoditas perikanan/jumlah penduduk	Mengetahui kemampuan suatu lingkungan untuk menyediakan komoditas perikanan
	Kemampuan lingkungan menyediakan jasa lingkungan (misal pariwisata)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potensi wisata</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Kemampuan lingkungan sebagai kawasan pariwisata/perkiraan jumlah pengunjung	Mengetahui kemampuan suatu lingkungan untuk menyediakan jasa wisata
	Produksi sumber daya mineral	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tingkat ketersediaan komoditas sumber daya mineral</li> <li>▪ Ecological footprint</li> <li>▪ Valuasi ekonomi</li> </ul>	Ketersediaan sumber daya mineral/jumlah penduduk	Mengetahui kemampuan suatu lingkungan untuk menyediakan sumber daya mineral



# 4

## Kesimpulan dan Beberapa Catatan Terkait dengan Konsep dan Pengukuran DDT LH

Sumber daya alam dan lingkungan merupakan salah satu modal penting dalam pembangunan baik pada tingkat nasional maupun regional. Namun demikian modal alam ini sering dikondisikan sebagai “used” and “abused” sehingga menimbulkan “ongkos” pembangunan berupa kerusakan lingkungan yang harus dibayar bukan saja oleh generasi kini namun juga generasi mendatang. Fenomena “used” and “abused” ini terjadi karena kurangnya perhatian terhadap daya dukung dan daya tampung lingkungan hidup itu sendiri dalam menunjang pembangunan. Dengan diberlakukannya UU 32/2009, maka daya dukung dan daya tampung, selanjutnya disingkat DDDT LH, menjadi salah satu unsur pengendali penting dalam pembangunan, dimana sebagai unsur KLHS, akan menjadi instrumen penting dalam menentukan apakah Kebijakan, Rencana dan/atau Program harus direvisi, dilanjutkan, atau bahkan dihentikan sama sekali.

Dengan berpijak pada prinsip tersebut maka diperlukan kemajuan konsep tentang DDDT LH sebagai acuan dasar implementasi operasional pada KRP baik di tingkat pusat maupun di daerah. Berikut ini adalah beberapa catatan terkait dengan konsep dan implementasi pengukuran DDDT LH baik secara umum maupun secara tematik.

Pertama. Terkait dengan konsep DDDTLH, maka selain diperlukan konsep dan alat ukur yang bersifat generik sebagaimana tertuang dalam UU 32/2009, diperlukan pula konsep dan pengukuran yang bersifat thematic atau topical sesuai dengan kondisi sumber daya alam yang dihitung. DDDTH untuk air, lahan gambut, kawasan hutan, perikanan, dan berbagai jenis sumber daya alam dan lingkungan lainnya memerlukan konsep dan alat ukuran yang sangat topical. Hal ini disebabkan karena beberapa sumber daya alam memiliki karakteristik yang unik dan berbeda.

Kedua, DDDTLH sebagai instrument pengendalian dan sifatnya yang generik-spesific, akan menghadapi kendala ukuran kualitatif versus kuantitatif. Dengan demikian perlu difahami bahwa selain ukuran yang bersifat “indikatif” (seperti kesesuaian lahan), maka diperlukan pula ukuran yang bersifat “benchmark” atau threshold. Ukuran ini diperlukan karena sebagian sumber daya alam dan lingkungan bersifat lenting dimana tekanan terhadap SDAL dalam batas tertentu masih bisa ditolelir, namun ketika melewati thresholdnya kemungkinan terjadi ketidak pulihian (irreversible) harus diperhatikan. Selain itu patut pula diperhatikan pentingnya safe index dari DDDTH yang terkait dengan luasan dan jenis sumber daya alam dan lingkungan (seperti keanekaragaman hayati).

Ketiga, isu terkait dengan baseline atau kerangka waktu dimana DDDTH akan diterapkan. Hal ini penting mengingat interaksi DDDTH harus sejalan dengan rentang waktu pembangunan itu sendiri. FGD menyepakati bahwa baseline rentang waktu adalah tahapan RPJM baik di tingkat pusat maupun daerah (RPJMPD). Dengan demikian ketika pemerintah pusat maupun daerah merencakan pembangunan lima tahun berikutnya, indikator DDDTH harus menjadi acuan utama dalam menentukan target-target pembangunan yang berbasis eksplorasi sumber daya alam maupun

pembangunan wilayah lainnya yang menggunakan dan berkaitan dengan sumber daya alam dan jasa lingkungan.

Keempat. Dalam menentukan DDDTH harus diperhatikan apakah didasarkan pada demand side (seperti pertumbuhan pemukiman, pertumbuhan penduduk dan sebagainya) atau didasarkan pada “supply side” (ketentuan batas berdasarkan karakteristik SDAL). Oleh karena kompleksitas yang dihadapi dalam menentukan demand side DDDTH, maka untuk memudahkan perencanaan pembangunan dan implementasinya disepakati DDDTH yang lebih didasarkan pada supply side.

Kelima, DDDTH memerlukan kriteria pengukuran sebagai acuan apakah RKP direvisi, dibatalkan atau dilanjutkan. Dengan demikian diperlukan kriteria pengukuran pemanfaatan sumber daya alam dan jasa lingkungan. Dari beberapa kriteria pengukuran seperti kinerja, efisiensi, kerentanan dan daya lenting (resilience), maka FGD menyepakati ukuran efisiensi dan kerentanan menjadi prioritas yang kemudian dilengkapi dengan daya lenting (resilience). Hal ini dikarenakan pengukuran efisiensi relatif lebih mudah dan terukur dalam implementasinya, dan kerentanan akan membantu mengindikasikan seberapa besar threshold (titik kritis) daya dukung dan daya tampung terlewati.



Keenam, konsep DDDTLH merupakan konsep yang tidak bersifat statis dan berdiri di ruang vakum. Dengan kata lain diperlukan integrasi dengan aspek lainnya seperti aspek sosial ekonomi dan teknologi. Karena bisa saja DDDTH di perbaiki melalui rekayasa teknik (engineering), namun bisa juga DDDTH ini menurun secara cepat manakala aspek sosial dan ekonomi cenderung bersifat eksplotatif tanpa memperdulikan kemampuan alam untuk menopang pembangunan. Dengan demikian perlu diberikan ruang untuk perubahan DDDTH manakala integrasi sosial-ekonomi dan teknologi memungkinkan.

Ketujuh. Terkait dengan unit analisis. Tidak dipungkiri memang sumber daya alam dan jasa lingkungan melintasi batas-batas administrasi. Meski secara ideal unit analisis yang terbaik adalah berbasis ekoregion, namun karena konteks KRP adalah unit administrasi maka disepakati unit analisis yang berbasis administrasi merupakan hal yang sangat feasible untuk dilakukannya kuantifikasi DDDTH. Dengan rekayasa ilmiah, konteks unit ekoregion kemudian dapat pula dilakukan setalah unit analisis pada tingkat administrasi dilakukan.



# REFERENSI

- Alcamo, Joseph et al.,ed. 2003. Ecosystems and Human Well-being : a Framework for Assessment/Millenum Ecosystem Assessment. Island Press.
- Barus, B. 2011. Penentuan Daya Dukung berdasarkan Kemampuan Lahan : Pengalaman Kajian Untuk Pemanfaatan Ruang di Aceh, Kabupaten Garut dan Kota Banjarmasin. Disampaikan pada pertemuan awal Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Pulau Sumatra Hotel Aryaduta, Pekanbaru, Riau, 15 Agustus 2011.
- Barus, B and DO. Pribadi, 2009. Development of Ecovillage in Regional Development and Planning Framework, in Academic Document for Ecovillage Development, IPB.
- Barus, B, LS. Iman, DR. Panuju, and BH.Trisasongko. 2011. Sustainable Rice Field to Assure Food Security in Garut Regency, West Java. Proceeding of Interseminar : Geospatial and Human-Dimensions on Natural Resource Management. Crespent IPB.
- Burkhard, B.,Kroll, F., Muller, F. dan Windhorst,W. 2009. Landscapes Capacities to Provide Ecosystem Services – a Concept for Land-Cover Based Assessment, Landscape Online, 15,1-22.
- De Groot R, Wilson M, Boumans R. 2002. A Typology for The Classification, Description, and Valuation of Ecosystem Functions, Goods and Services, Ecological Economics, 41,393-408
- De Groot, R., Alkamade, R., Braat, L., Willemen, L. 2010. Challenges in Integrating The Concept of Ecosystem Services and Values in Landscape Planning, Management and Decision Making, Ecological Complexity, 7, 260-272.
- Eigenbrod,F.,Armsworth,P.R, Anderson, B.J.,Heinemeyer, A., Gillings, S.,Roy,D.B.,Thomas,C.D., dan Gaston,K. 2010. The Impact of Proxy-based methods on Mapping The Distribution of Ecosystem Services. Journal of Applied Ecology, 47,377-385.

- Fauzi, A. 2014. Valuasi Ekonomi dan penilaian Kerusakan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. Bogor : IPB Press.
- Firdian, A.B.Barus, and DO.Pribadi. 2010. Study of Spatial Pattern of Environmental Carrying Capacity in Garut, Journal ITSL, 12(2):40-46.
- Forman, R. 1995. Land Mosaics : The Ecology of Landscapes and Regions. Harvard University, Massachusetts.
- Hockensmith, R.D. and Steele J.B. 1943. Recent Trend in Use of Land Capability Classification. Proc Soil Am 14.
- Muta'ali, Luthfi.2011. Daya Dukung Lingkungan untuk Perencanaan Pengembangan Wilayah. Yogyakarta : Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM.
- Muta'ali, Luthfi. 2013. Hubungan Tekanan Penduduk dan Daya Dukung Lingkungan di Wilayah Perdesaan Provinsi Yogyakarta. Laporan Penelitian. LPPM UGM.
- Muta'ali Lutfhi. 2011. Environmental Carrying Capacity Based on Spatial Planning. Indonesian Journal of Geography. Vol 43, No 2 (2011).
- Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional
- Permen PU Nomor 20/PRT/M/2007 tentang Pedoman Teknik Analisis Aspek Fisik dan Lingkungan, Ekonomi, serta Sosial Budaya dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang
- Permen LH Nomor 17 Tahun 2009 tentang Pedoman Penentuan Daya Dukung Lingkungan Hidup dalam Penataan Ruang Wilayah
- Permen LH 28/2009 tentang Pedoman Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau/Waduk
- Permen LH No. 1/2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air
- Rustiandi, E., B.Barus, Prastowo, dan La Ode S.I.,2010. Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Provinsi Aceh. Crespent Press.
- Sitanala Arsyad. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB. Bogor



Singh, V.K. and Singh, R.D. 2007. Agriculture Development and Regional Carrying Capacity Measurement of Agro-Ecosystem in Jhabua Tribal District in Madhya Pradesh, Barkatullah University, Bhopal.

Undang-undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional

Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral Energi dan Batubara

