

**Model dan Nilai Jasa Hidrologis dalam Perlindungan
Ekosistem Hutan dan DAS
(Studi Kasus Sub DAS Miu, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah)**

**Model and Hydrological Services Value in the Protection of
Forest Ecosystems and Watersheds
(Case of Miu Sub Watershed, Sigi, Central Sulawesi)**

MUHAMMAD FAUZI SUTOPO^{1*} DAN IKHWANUDDIN MAWARDI²

^{1*}Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan,
Universitas Nusa Bangsa (UNB) dan Kebijakan Ekonomi Sumberdaya, ESK, SPs IPB, Bogor;

²⁾Pusat Teknologi Lingkungan, Bidang Teknologi Pengembangan
Sumberdaya Alam, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) RI, Jakarta.
fauzisutopo@gmail.com

ABSTRACT

Research on hydrological modeling and services in the protection of forest ecosystems and watersheds in Indonesia is still constrained by the understanding of factors that can significantly affect the hydrological services of both upstream and downstream watersheds. In addition there are also problems regarding the determination of economic value of hydrological services in upstream-downstream watersheds. This research tries to answer both problems. The results showed that downstream water consumption was significantly influenced by family expenditure at 96.5% significance level, family income at 80.7% significance level, and work experience at significance level of 72.4% with validation test Model R² 53.00 %. Meanwhile, water consumption in upstream area is influenced by water storage cost, age of respondent, and distance to water resources (springs location) with significance level respectively are 94,4%, 71,4% and 55,7% . This study also responded to the existence of hydrological services as a model of protection of forest ecosystems, integrated and comprehensive watersheds from upstream - downstream. The economic value of ecosystem services in the protection of forests and watersheds in the form of hydrological services, which is the value of choice from the utilization of water resources or as a hydrological service, of Rp. 1.272.211.617.235. The choice of hydrological services is basically the sum of the Consumer Surplus in the downstream area of Rp. 830.837.758.433 and Surplus Producer value in the upstream area of Rp. 441.373.858.801

Keywords: hydrological services, ecosystem protection, economic value of hydrological services, upstream- downstream watershed areas, producers surplus, and consumer surplus.

ABSTRAK

Penelitian tentang pemodelan dan jasa hidrologis dalam perlindungan ekosistem hutan dan Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia masih terkendala pemahaman mengenai faktor-faktor yang dapat secara signifikan berpengaruh terhadap jasa hidrologis baik di DAS hulu maupun di DAS hilir. Selain itu terdapat juga permasalahan mengenai penetapan nilai ekonomi jasa hidrologis di kawasan DAS hulu-hilir. Penelitian ini berusaha menjawab kedua permasalahan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumsi air di daerah hilir sangat dipengaruhi oleh pengeluaran keluarga pada tingkat signifikansi 96,5%, pendapatan keluarga pada tingkat signifikansi 80,7%, dan pengalaman kerja pada tingkat signifikansi 72,4% dengan uji validasi Model R² 53,00%. Sementara itu, Konsumsi air di daerah hulu dipengaruhi oleh biaya penyimpanan air, usia responden, dan jarak ke sumber daya air (lokasi mata air) dengan tingkat signifikansi masing-masing adalah 94,4%, 71,4%, dan 55,7%. Penelitian ini juga menanggapi keberadaan jasa hidrologis sebagai model perlindungan ekosistem hutan, DAS yang terpadu dan komprehensif dari hulu - hilir. Nilai ekonomi jasa ekosistem dalam perlindungan hutan dan DAS dalam bentuk jasa hidrologis, yang merupakan nilai pilihan dari pemanfaatan sumber daya air atau sebagai jasa hidrologis, sebesar Rp. 1.272.211.617.235. Nilai pilihan atas jasa hidrologis ini pada dasarnya adalah jumlah dari Surplus Konsumen di daerah hilir sebesar Rp. 830.837.758.433 dan nilai Surplus Produser di daerah hulu sebesar Rp. 441.373.858.801

Kata kunci: layanan hidrologis, perlindungan ekosistem, nilai ekonomi dari layanan hidrologi, daerah aliran sungai hulu hilir, surplus produsen, surplus konsumen

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah aliran sungai (DAS) dan kawasan hutan mempunyai penyebaran yang demikian luasnya, dengan struktur dan komposisinya yang beragam pula; keberadaan sistem perakaran dari tegakan (pohon) di bawah tanah dan seresah yang terdapat di lantai hutan berasosiasi dengan tanah, sehingga akan mempengaruhi fungsi hidrologi; dengan demikian hutan memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga keseimbangan fungsi hidrologi. Dampak pembukaan lahan, konversi lahan, dan kebakaran hutan terhadap hidrologi secara langsung merupakan dampak terhadap hilang dan/atau rusaknya vegetasi, menurun dan/atau hilangnya seresah serta menurunnya kualitas tanah. Kondisi ini akan mempengaruhi proses-proses dalam fungsi hidrologi, diantaranya; (a) menurunnya dan/atau hilangnya daya intersepsi dan infiltrasi sehingga dapat meningkatkan *run off* yang mengakibatkan terjadinya banjir, erosi, sedimentasi, dan penurunan kualitas dan simpanan air tanah. Selain itu, (b) akan mengakibatkan menurunnya evapotranspirasi yang berdampak pada menurunnya curah hujan sehingga penurunan sediaan air tanah. Untuk itu diperlukan upaya terhadap perlindungan daerah aliran sungai (DAS) dan hutan dalam kerangka menjaga (memelihara) kualitas dan kuantitas sumberdaya air yang lebih baik dan berkelanjutan.

Untuk mencegah berlanjutnya degradasi lahan dan deforestasi hutan di wilayah sub DAS Miu Kabupaten Sigi, Palu, Sulawesi Tengah perlu dilakukan upaya konservasi melalui pengendalian konversi lahan di kawasan hutan dan pengembangan lahan usaha tani yang berbasis agroforests yang ramah lingkungan diantaranya dengan menghargai usaha masyarakat dalam mempertahankan fungsi hidrologi di sepanjang wilayah (sub) DAS. Upaya tersebut memerlukan keterlibatan langsung masyarakat sebagai subyek dalam pengelolaan lahan, (sub) DAS dan sumberdaya hutan termasuk pula di wilayah (sub) DAS bagian Hulu, Tengah, dan Hilir. Keberhasilannya sangat ditentukan oleh seberapa besar penghargaan masyarakat terhadap keberadaan hutan dan DAS. Penduduk lokal di Komunitas Uma dan Moma di dataran dan Pegunungan Kulawi yang merupakan wilayah hulu sub DAS Miu yang mengandalkan hutan sebagai sumber utama bagi bahan bakar, bahan konstruksi rumah, bahan pangan, pakan ternak, serta pendapatan atau penghasilan mereka serta kegunaan lainnya; selain itu hutan sebagai bagian yang

tidak terpisahkan dalam proses kultural untuk pengelolaan sumberdaya hutan sebagai sumber penghidupan masyarakat desa.

Jasa lingkungan diartikan sebagai keseluruhan konsep sistem alami yang menyediakan aliran barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia dan lingkungan yang dihasilkan oleh proses ekosistem alami⁽¹⁾. Misalnya DAS di kawasan hutan sebagai ekosistem alami selain menyediakan berbagai macam produk yang langsung dari aliran air permukaan sungai juga menyediakan produk non lainnya yang bersifat *intangible* sekaligus juga menjadi *reservoir* besar yang dapat menampung air hujan, menyaring air yang kemudian melepaskannya secara *gradual*, sehingga air tersebut bermanfaat bagi kehidupan manusia. Namun di pihak lain dengan adanya penebangan pohon di kawasan hutan yang tidak terkendali pada sistem hutan alami dapat menimbulkan gangguan, terutama dalam siklus air dimana dengan adanya pembabatan hutan dapat menyebabkan banjir pada saat musim hujan dan menurunnya kualitas air, demikian pula saat musim kemarau terjadi kekurangan (defisit) air yang otomatis berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas air yang dapat menimbulkan kerentanan masyarakat hilir dalam kebutuhan dan ketersediaan, misalnya untuk air irigasi, air bersih atau air minum yang berakibat kualitas hidup terancam dan kesejahteraan masyarakat menjadi menurun.

Nilai ekonomi jasa ekosistem sudah dapat diimplementasikan pada berbagai sumberdaya alam namun perspektifnya beragam⁽²⁾. Keberagaman terkait dengan elemen yang terlibat antara sumberdaya yang satu dengan sumberdaya lainnya, antara lain penerapannya, pada: (1) jasa hidrologis (air) di daerah aliran sungai (DAS), (2) jasa keanekaragaman hayati, (3) jasa *landscape beauty* atau keindahan lansekap (alam), dan (4) jasa karbon *sequestration* atau jasa penyerapan dan penyimpanan karbon. Negosiasi antar pihak *stakeholders* adalah *entry point* yang penting dalam kajian jasa lingkungan dimana sumberdaya tersebut berada⁽¹⁾. Acuan dari sisi teknis lingkungan dan instrumen ekonomi sangat diperlukan untuk membentuk opini dan sebagai bahan masukan untuk negosiasi, secara filosofis terdapat pada kaidah *Coase Theorem*⁽³⁾. Artinya penelitian jasa lingkungan perlu dianalisis dengan sangat mendalam sesuai kebutuhan dan kearifan lokal (*specific location*) yang harus dilakukan terlebih dahulu sebelum diimplementasikan pada tingkat kebijakan lokal untuk kemudian ditarik kesimpulannya secara umum dari berbagai kasus-kasus yang ada, guna diimplementasikan di level kebijakan Daerah, Regional dan

Nasional sebagai instrumen kebijakan dalam pengelolaan hutan dan DAS berbasis masyarakat. Mengingat luasnya kajian, maka dalam penelitian ini akan dibatasi terkait jasa ekosistem DAS dalam hal jasa hidrologis yang bernilai *intangible*.

Studi ekosistem hutan dan DAS yang bersifat nilai jasa hidrologis, sulit untuk dihitung secara terpadu (hulu – hilir) karena luasnya nilai barang dan jasa air yang berupa nilai *intangible* air baik untuk kebutuhan rumah tangga, pertanian, perikanan dan peternakan, sarana transportasi, kebutuhan industri dan kebutuhan lainnya; karena itu kajian nilai ekonomi hidrologis DAS sub Miu sangat penting dan diperlukan guna memenuhi keluasan ilmiah bidang teknologi pengembangan sumberdaya alam bagi para pemangku kepentingan terkait.

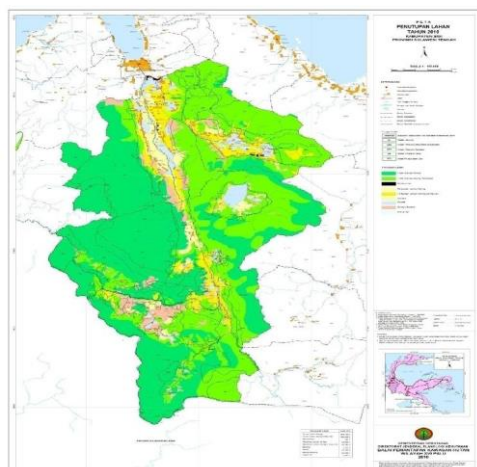
1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini antara lain menganalisis model permintaan nilai ekonomi jasa hidrologis di kawasan hulu maupun hilir sub DAS Miu dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dan menetapkan nilai ekonomi jasa hidrologis di sub DAS Miu, Kabupaten Sigi, Palu, Sulawesi Tengah.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Studi nilai jasa hidrologis dalam rangka perlindungan ekosistem hutan dan DAS di sub DAS Miu dilaksanakan selama 5 atau 6 bulan kalender dengan hari kerja efektif 4 bulan, yaitu sejak 25 Juni – 25 Desember 2014. Lokasi kajian pada satu lokasi terpilih diantara 6 (enam) lokasi *Regional Offices* pada Proyek SCBFWM, yaitu sub DAS Miu, Kabupaten Sigi, Palu, Sulawesi Tengah, sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Studi Nilai Jasa Hidrologis di sub DAS Miu, Sigi, Palu - Sulawesi Tengah.

2.2 Penetapan Responden Contoh

Penetapan responden dengan metode acak sederhana dan stratifikasi dengan sengaja yaitu terhadap: (1) responden masyarakat di hilir sebagai pengguna (yang memanfaatkan atau mengkonsumsi air) sumberdaya air (termasuk persepsi karyawan perusahaan air baik swasta maupun BUMD/PDAM dan/atau serta pelanggan PDAM di Sub DAS Miu, Palu ($Y_{KA-hilir}$), (2) responden masyarakat hulu sebagai penyedia sumberdaya air yang telah melakukan konservasi dan perlindungan terhadap sumberdaya air di Sub DAS Miu, sekaligus yang atau mengkonsumsi air di hulu ($Y_{KA-hulu}$).

2.3 Pemodelan

Model dalam penelitian ini terkait dengan jasa hidrologis dalam perlindungan DAS adalah menggunakan model persamaan regresi berganda dalam penentuan nilai ekonomi air untuk rumah tangga baik yang berada di kawasan hilir maupun hulu di sub DAS Miu, Palu, Sulawesi Tengah, berupa model perilaku masyarakat dalam melakukan permintaan atau pemanfaatan dalam konsumsi air (Y konsumsi air atau Y_{KA}).

$$Y_{KA} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \dots + \beta_m X_n + \varepsilon \dots \dots \dots (1)$$

Kemudian dari model persamaan regresi berganda tersebut, menjadi Model Permintaan nilai ekonomi air dengan menggunakan kurva Permintaan Marshall, berupa:

1) Model Y_{KA} untuk Model Persamaan Regresi Berganda di Kawasan Hilir:

$$Y_{KA-hilir} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \beta_{10} X_{10} + \varepsilon \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

- $Y_{KA-hilir}$ = merupakan permintaan atau konsumsi air di kawasan hilir (satuan/kapita)
- α = Konstanta/intersep
- X_1 = luran air (Rp)
- X_2 = Biaya penampungan air (Rp)
- X_3 = Umur (tahun)
- X_4 = Jumlah tanggungan dalam keluarga (jiwa)
- X_5 = Jumlah usia kerja dewasa dalam keluarga (jiwa)
- X_6 = Pengalaman kerja (tahun)
- X_7 = Jarak rumah ke sumberdaya atau mata air (m)
- X_8 = Pendapatan rumah tangga (Rp perbulan)
- X_9 = Pengeluaran rumah tangga
- X_{10} = Pendidikan, jika sarjana dan tidak Sarjana (1 = Ya sarjana; 0 = Tidak)

- $\beta_1.. \beta_1$ = sarjana)
- 0 = Koefisien regresi
- ε = Kesalahan dalam persamaan atau gangguan

2) Model Y_{KA} untuk Model Persamaan Regresi Berganda di Kawasan Hulu:

$$Y_{KA-hulu} = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \beta_9 X_9 + \varepsilon \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

- $Y_{KA-hilir}$ = merupakan permintaan atau konsumsi air (satuan/kapita)
- α = Konstanta/intersep
- X_1 = luran air (Rp)
- X_2 = Biaya penampungan air (Rp)
- X_3 = Umur (tahun)
- X_4 = Jumlah tanggungan dalam keluarga (jiwa)
- X_5 = Jumlah usia kerja dewasa dalam keluarga (jiwa)
- X_6 = Pengalaman kerja (tahun)
- X_7 = Jarak rumah ke sumberdaya atau mata air (m)
- X_8 = Pendapatan rumah tangga (Rp perbulan)
- X_9 = Pengeluaran rumah tangga
- X_{10} = Pendidikan, jika sarjana dan tidak Sarjana (1 = Ya sarjana; 0 = Tidak sarjana)
- $\beta_1.. \beta_9$ = Koefisien regresi
- ε = Kesalahan dalam persamaan atau gangguan

2.4 Pengolahan Data

Pendekatan pengolahan data menggunakan perangkat komputer untuk program yang tersedia dalam melakukan proses analisis untuk menilai atau memvaluasi jasa hidrologis yang bersifat *intangible* sebagai barang publik. Berdasarkan permodelan yang ada, dengan bantuan wawancara terstruktur dan mendalam terhadap masyarakat (sebagai responden terpilih) baik di kawasan hilir maupun kawasan hulu sub DAS Miu, Sulawesi Tengah kemudian data primer tersebut diolah dengan menggunakan **IBM SPSS statistics version 20**.

2.5 Analisis Data

Aplikasi ekonomi lingkungan ke dalam pengambilan kebijakan bagi perlindungan dan perbaikan lingkungan (ekosistem) termasuk pengelolaan hutan dan DAS mempunyai beberapa permasalahan seperti identifikasi dan kuantifikasi dampak lingkungan, valuasi keuntungan dan biaya lingkungan serta faktor diskonto (*discounting factor*). Dampak lingkungan dari pengelolaan DAS mempunyai kompleksitas

yang tinggi, kesulitan dalam mengintegrasikan dan kuantifikasi dampak (terutama *off-site*) dan penilaian keterikatan hubungan dampak hulu dan hilir. Kesulitan ini dapat terjadi karena dalam program pengelolaan DAS sering dijumpai adanya pemisahan program hulu dan hilir sehingga jarang diintegrasikan tentang besarnya keuntungan dalam pengelolaan DAS, terutama yang diperoleh komunitas di daerah hilir, dalam hal ini seharusnya sebagian manfaat merupakan atau menjadi keuntungan pengelolaan bagi komunitas di daerah hulu⁽²⁾.

Valuasi ekonomi manfaat lingkungan dan sumberdaya alam sangat diperlukan bagi pengambilan kebijakan dan analisis ekonomi suatu aktivitas proyek. Dalam valuasi dampak faktor yang perlu diperhatikan adalah determinasi dampak fisik dan valuasi dampak dalam aspek moneter terutama jasa hidrologis yang bersifat *intangible*. Penilaian dampak secara moneter didasarkan pada penilaian ahli terhadap dampak fisik, dan keterkaitan lingkungannya, karena dampak merupakan *outcome* dan dapat menyebabkan perubahan produktivitas maupun perubahan kualitas lingkungan itu sendiri, sehingga pendekatan analisis yang tepat dalam valuasi ekonomi manfaat lingkungan dan sumberdaya alam terlebih dalam jasa hidrologis diperlukan adanya bantuan pemodelan dalam mengkonsumsi air baik di kawasan hilir dan hulu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kawasan sebagai lokasi studi di Sub DAS Miu ini terbagi menjadi 2 (dua) kawasan, yaitu kawasan hilir dan kawasan hulu. kawasan hilir pada umumnya masyarakat yang berada di bagian hilir Sub DAS Miu baik yang termasuk wilayah administrasi Kabupaten Sigi maupun masyarakat yang termasuk wilayah administrasi Kota Palu; Sedangkan untuk kawasan hulu pada umumnya masyarakat yang berada di Sub DAS Miu bagian hulu yang umumnya termasuk wilayah administrasi Kabupaten Sigi. Dalam hal ini, dapat dijelaskan bahwa mengingat wilayah administrasi dari kawasan hulu Sub DAS Miu yang ada di Kabupaten Sigi pada akhir aliran air sungainya bermuara di (DAS Palu) Kota Palu.

3.1 Keragaan Responden

Mengingat keterbatasan ruang penulisan, maka hasil pengolahan data terhadap keragaan responden yang berada di kawasan hilir dan hulu di sub DAS Miu, Sigi, Palu, Sulawesi Tengah hanya menurut keragaan kelompok usia.

Usia responden di kawasan hilir di Kabupaten Sigi rata-rata 28 tahun terdapat 5 orang, usia 35 tahun terdapat 27 orang, usia 45 tahun terdapat 37 orang, usia 54 terdapat 11 orang, dan usia 63 terdapat 1 orang. Adapun

usia responden di kawasan hulu di Kabupaten Sigi rata-rata 25 tahun terdapat 1 orang, usia 35 tahun terdapat 19 orang, usia 45 tahun terdapat 34 orang, usia 53 terdapat 13 orang, dan usia 62 terdapat 6 orang. Gambaran secara keseluruhan total responden dalam kajian di Sub DAS Miu (Sigi, Donggala–Palu) di kawasan hilir terdapat 81 orang, sedangkan di kawasan hulu (Sigi) 73 orang sehingga total responden mencapai 154 orang, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

3.2 Model Jasa Hidrologis dalam Perlindungan Ekosistem Hutan dan DAS

Model jasa hidrologis dalam perlindungan ekosistem hutan dan DAS merupakan sesuatu yang mendasar dalam bagian dari studi Jasa Ekosistem karena akan menilai atau memvaluasi jasa hidrologis yang bersifat *intangible* sebagai barang publik. Berdasarkan permodelan dengan bantuan wawancara terstruktur dan mendalam terhadap masyarakat (sebagai responden terpilih) baik di kawasan hilir maupun kawasan hulu sub DAS Miu – DAS Palu dan kemudian data primer tersebut diolah dengan menggunakan **IBM SPSS statistics version 20** atau SPSS versi lainnya⁽⁵⁾ hasilnya dapat disajikan pada bagian berikut.

Model Jasa Hidrologis di Kawasan Hilir Sub DAS Miu

Hasil analisis dengan perangkat *software IBM SPSS statistics version 20* memberikan hasil berupa model persamaan regresi berganda. Gambaran hasil koefisien variabel bebas di kawasan hilir disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan pada Tabel 2. maka model persamaan regresi berganda pada kurva permintaan Marshal disajikan pada model persamaan berikut.

$$\hat{Y}_{KA-Hilir} = 4,952 + 0,000 X1 + 0,001 X2 - 0,079 X3 - 0,406 X4 + 2,324 X5 + 0,024 X6^{***} + 0,000 X7 + 0,000001386 X8^{**} - 0,0000003345 X9^* - 2,459 X10 + \epsilon \dots (4)$$

Interpretasi terhadap model bahwa:

*Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh pengeluaran keluarga pada tingkat signifikansi 96,5%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 95% pada α 5% atau $\alpha = 0,05$;

**Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh pendapatan keluarga pada tingkat signifikansi 80,7%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 80% pada α 20% atau $\alpha = 0,20$;

***Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh pengalaman kerja pada tingkat signifikansi 72,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 70% pada α 30% atau $\alpha = 0,30$.

Adapun validasi model dilakukan terhadap nilai *R Square* (R^2) dan ANOVA dengan melihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Pada model ini nilai koefisien *R Square* atau R^2 adalah 0,530, sehingga model yang diperoleh relatif baik. Nilai *R Square* menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel-variabel penduga dalam menentukan peluang responden bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih ($\hat{Y}_{KA-hilir}$) di sub DAS Miu di kawasan hilir. Tampak dengan Nilai *R Square* 53,00%, artinya secara bersama-sama, semua variabel penduga menentukan 53% peluang responden untuk bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih, sementara 47% adalah adanya pengaruh variabel lain yang tidak diamati dalam penelitian atau kajian ini. Nilai R^2 dalam penelitian atau kajian ekonomi sumberdaya alam dan lingkungan dapat ditolerir sampai dengan 15% Menurut Mitchell dan Carson^(6,7).

Tabel 1. Kelompok Usia Responden

No	Kawasan	Wilayah Administrasi	Kelompok Usia Responden						Jumlah
1	Hilir	Kab. Sigi, Donggala dan Kota Palu	5	27	37	11	1	81	5
2	Hulu	Kab. Sigi	1	19	34	13	6	73	1
Jumlah			6	46	71	24	7	154	6

Tabel 2. Nilai Koefisien Variabel Bebas di Kawasan Hilir Sub DAS Miu – DAS Palu

Model	Coefficients ^a				T	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Collinearity Statistics	
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	Lower Bound			Upper Bound	Tolerance	VIF	
	B	Std. Error	Beta							
(Constant)	4,952	2,073		,818	9,086					
Iuran Air	,000	,000	,120	,000	,000	,824	1,213			
Biaya Penampungan Air	,001	,000	,130	,000	,002	,793	1,261			

Umur	-,079	,060	-,173	-1,324	,190	-,199	,040	,396	2,527
Tanggungan	-,406	,239	-,181	-1,703	,093	-,883	,070	,596	1,678
Jumlah Usia Kerja Dewasa	2,324	,437	,577	5,323	,000	1,453	3,195	,572	1,748
Pengalaman	,024	,068	,047	,354	,724	-,111	,159	,379	2,637
Jarak ke Sumberdaya Air	,000	,000	,133	1,395	,167	,000	,001	,739	1,353
Pendapatan	1,386E-006	,000	,038	,245	,807	,000	,000	,285	3,508
Pengeluaran	-3,345E-007	,000	-,007	-,045	,965	,000	,000	,238	4,200
Pendidikan	-2,459	,922	-,295	-2,668	,009	-4,297	-,621	,551	1,815

a. Dependent Variable: Konsumsi Air

Sumber: Data Primer, diolah, Sutopo⁽²⁾.

Tabel 3. Validasi Model terhadap Nilai R Square dan Uji Statistik Durbin Watson (Model Summary^b)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin Watson
					R ² Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,728 ^a	,530	,462	2,77627	,530	7,880	10	70	,000	1,176

a. Predictors: (Constant), Pendidikan, Jarak ke Sumberdaya Air, Umur, Tanggungan, Biaya Penampungan Air, Iuran Air, Pendapatan, Jumlah Usia Kerja Dewasa, Pengalaman, Pengeluaran

b. Dependent Variable: Konsumsi Air

Sumber: Data Primer, diolah, Sutopo⁽²⁾.

Adapun uji statistik Durbin Watson atau DW; sementara itu, batasan uji nilai DW berada pada selang $0 < DW < 4$. Pada model ini nilai DW menunjukkan nilai 1,176 berada pada selang $1 < DW < 3$ berarti *residuals* bersifat independen atau tidak terjadi *autocorrelation*. Namun apabila nilai DWnya dimana $DW < 1$ dan/atau $DW > 3$ berarti tidak bersifat independen, dengan kata lain terjadi *autocorrelation*.

Validasi terhadap nilai Anova menunjukkan bahwa model persamaan regresi berganda sangat signifikan dengan uji statistik $F = 7,880$ pada $F\text{-value} = 0,000$ lebih kecil dari $\alpha = 0,05$.

Selain itu, tentang *normal probability* dan histogram, titik data membentuk pola linear, sehingga konsisten dengan distribusi normal; demikian pula pada *scatterplot* antara *standardized residual* (*ZRESID) dan *standardized value* (*ZPRED) tidak membentuk pola tertentu, sehingga residual mempunyai *variance* konstan (*homoscedasticity*). Dengan demikian Model $\hat{Y}_{KA\text{-hilir}}$ di kawasan hilir sub DAS Miu ini relatif baik dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah⁽²⁾.

Tabel 4. Validasi Nilai Anova^a

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	607,339	10	60,734	7,88
	Residual	539,537	70	7,708	
	Total	1146,877	80		

a. Dependent Variable: Konsumsi Air

b. Predictors: (Constant), Pendidikan, Jarak ke Sumberdaya Air, Umur, Tanggungan, Biaya Penampungan Air, Iuran Air, Pendapatan, Jumlah Usia Kerja Dewasa, Pengalaman, Pengeluaran

Sumber: Data Primer, diolah, Sutopo⁽²⁾.

Model Jasa Hidrologis di Kawasan Hulu Sub DAS Miu

Gambaran terkait dengan hasil koefisien variabel bebas di kawasan hulu sub DAS Miu disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Koefisien Variabel Bebas di Kawasan Hulu Sub DAS Miu

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	-,375	1,060		-,353	,725		
Iuran Air	,000	,000	,247	9,554	,000	,631	1,584
Biaya Penampungan Air	1,420E-005	,000	,002	,070	,944	,452	2,211
Umur	,007	,019	,008	,368	,714	,939	1,065
Tanggungan	,271	,150	,045	1,809	,075	,682	1,466
Jumlah Usia Kerja Dewasa	,179	,223	,019	,800	,427	,737	1,357
Jarak ke Sumberdaya Air	-6,121E-005	,000	-,013	-,590	,557	,822	1,217
Pendapatan	-4,314E-006	,000	-,033	-,764	,448	,226	4,430
Pengeluaran	1,603E-005	,000	,113	2,293	,025	,173	5,772
Pendidikan	62,460	1,438	,937	43,449	,000	,906	1,104

a. Dependent Variable: Konsumsi Air

Sumber: Data Primer, diolah, Sutopo⁽²⁾.

Berdasarkan pada Tabel 5. maka model persamaan regresi berganda pada kurva permintaan marshal disajikan pada model persamaan berikut.

$$\hat{Y}_{KA-hulu} = -0,375 + 0,000X_1 + 0,0000142X_2^* + 0,007X_3^{**} + 0,271X_4 + 0,179X_5 - 0,00006121 X_6^{***} - 0,000004314X_7 + 0,00001603X_8 + 62,460 X_9 + \epsilon \dots (5)$$

Interpretasi terhadap model bahwa:

- *)Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh biaya penampungan air pada tingkat signifikansi 94,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 90% pada α 10% atau $\alpha = 0,10$;
- ***)Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh umur responden pada tingkat signifikansi 71,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 70% pada α 30% atau $\alpha = 0,30$;
- ****)Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh jarak ke sumberdaya (lokasi tempat mata) air pada tingkat signifikansi 55,7%; dengan kata

lain tingkat kepercayaan diatas 55% pada α 45% atau $\alpha = 0,45$.

Adapun validasi model dilakukan terhadap nilai *R Square* (R^2) dan ANOVA dengan melihat pada Tabel 6. dan Tabel 7.

Pada model ini nilai koefisien *R Square* adalah 0,973, sehingga model yang diperoleh relatif sangat baik. Nilai *R Square* menunjukkan seberapa besar pengaruh variabel-variabel penduga dalam menentukan peluang responden bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih ($\hat{Y}_{KA-hulu}$) di sub DAS Miu – DAS Palu di kawasan hulu. Tampak dengan Nilai *R Square* 97,30%, nilai *R square* dapat ditolerir sampai dengan 15%⁽⁸⁾, artinya secara bersama-sama, semua variabel penduga menentukan 97,30% peluang responden untuk bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih, sementara 2,70% adalah adanya pengaruh variabel lain yang tidak diamati dalam penelitian ini.

Tabel 6. Validasi Model terhadap Nilai *R Square* dan Uji Statistik *Durbin Watson* (**Model Summary^b**)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Dur-bin-Watson	
					R ² Change	F Change	df1	df2		Sig. F Change
1	,987 ^a	,973	,970	1,35905	,973	256,556	9	63	,000	1,820

a. Predictors: (Constant), Pendidikan, Iuran Air, Tanggungan, Umur, Jarak ke Sumberdaya Air, Jumlah Usia Kerja Dewasa, Pendapatan, Biaya Penampungan Air, Pengeluaran

b. Dependent Variable: Konsumsi Air

Sumber: Data Primer, diolah, Sutopo⁽²⁾.

Adapun uji statistik *Durbin Watson* atau DW; sementara itu, batasan uji nilai DW berada pada selang $0 < DW < 4$. Pada model ini nilai DW menunjukkan nilai 1,820 berada pada selang $1 < DW < 3$ berarti *residuals* bersifat independen

atau tidak terjadi *autocorrelation*. Namun apabila nilai DWnya dimana $DW < 1$ dan/atau $DW > 3$ berarti tidak bersifat independen, dengan kata lain terjadi *autocorrelation*.

Validasi terhadap nilai Anova menunjukkan bahwa model persamaan regresi berganda sangat signifikan dengan uji statistik $F = 256,556$ pada $F\text{-value} = 0,000$ lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Selain itu, tentang *normal probability* dan histogram, titik data membentuk pola linear, sehingga konsisten dengan distribusi normal; demikian pula pada *scatterplot* antara *standardized residual* (*ZRESID) dan *standardized value*(*ZPRED) tidak membentuk pola tertentu, sehingga residual mempunyai *variance* konstan (*homoscedasticity*).

Dengan demikian Model $\hat{Y}_{KA\text{-hulu}}$ di kawasan hulu sub DAS Miu ini relatif sangat baik yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah (lihat *Sutopo*²⁾); dan apabila nilai *R Square* tersebut diperbandingkan dengan di kawasan hilir relatif lebih baik karena di kawasan hulu *R Square* (97,30%) nilainya lebih besar daripada di kawasan hilir (53%).

3.3 Nilai Ekonomi Jasa Hidrologis

Penetapan model jasa hidrologis sangat penting dalam menilai jasa ekosistem yang bersifat *intangible*, sehingga menjadi 2 (dua) persamaan untuk selanjutnya setelah dihitung dalam model maka nilainya dapat ditetapkan, sebagaimana disajikan pada persamaan (1) dan persamaan (2) untuk **kawasan hilir** sub DAS Miu.

$$Y = 807,4656893052 - 2,459X \dots\dots\dots (6)$$

$$X = 328,3715694612 - 0,4066693778 Y \dots\dots\dots (7)$$

Kemudian dengan alat bantu perhitungan kalkulus dan integral terhadap model tersebut dapat diuraikan lebih lanjut, sehingga hasilnya berupa:

- (1) Nilai WTP konsumsi air hilir adalah sebesar : Rp. 1.309.802,687 per tahun.
- (2) *Value of sacrifice* (*oppurtunity cost*/biaya kesempatan) Rp. 1.656,338 /tahun.
- (3) Nilai Surplus Konsumen pada Sampel sebesar : Rp. 1.308.146,349 per tahun.

Persamaan di kawasan hulu sub DAS Miu.
 $Y = 38,2876020772 + 62,460X \dots\dots\dots (8)$
 $X = 0,0160102466 Y - 1,3160097973 \dots\dots\dots (9)$

Kemudian dengan alat bantu perhitungan kalkulus dan integral terhadap model tersebut dapat diuraikan lebih lanjut, sehingga hasilnya berupa:

- (1) Nilai WTA konsumsi air hulu sebesar: Rp. 1.774.629,852 per tahun.
- (2) *Value of sacrifice* (*oppurtunity cost*/biaya kesempatan): Rp. 825,919/tahun.
- (3) Nilai Surplus Produsen pada Sampel sebesar: Rp. 1.773.803,933 per tahun.

Berdasarkan model persamaan regresi linier berganda dan analisis perhitungan terhadap model, maka nilai ekonomi jasa hidrologis baik di kawasan hilir maupun di kawasan hulu sub DAS Miu berbasis sampel dapat diinterpolasikan dalam cakupan populasi penduduk baik di kawasan hilir (Kabupaten Sigi, Kota Palu, dan sekitarnya atau sebagian kecil Kabupaten Donggala) maupun di kawasan hulu, sebagaimana diuraikan pada bagian berikut. Pada analisis nilai ekonomi jasa hidrologis di kawasan hilir sub DAS Miu disajikan pada Tabel 8.

Tabel 7. Validasi Nilai Anova

Model	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	4264,749	9	473,861	256,556	,000 ^b
Residual	116,361	63	1,847		
Total	4381,111	72			

a. Dependent Variable: Konsumsi Air

b. Predictors: (Constant), Pendidikan, Iuran Air, Tanggungan, Umur, Jarak ke Sumberdaya Air, Jumlah Usia Kerja Dewasa, Pendapatan, Biaya Penampungan Air, Pengeluaran

Sumber: Data Primer, diolah, *Sutopo*²⁾.

Tabel 8. Nilai Ekonomi Jasa Hidrologis di Kawasan Hilir Sub DAS Miu

Nilai Ekonomi	Sampel (Rp/kap/tahun)	Populasi Kawasan Hilir ^{a)} (jiwa)	Kawasan Hilir Sub DAS Miu (Rp/tahun)
WTP Konsumsi Air Hilir	1.309.802,6878337	635.126	831.889.741.913,06
<i>Value of Sacrifice</i> (<i>Oppurtunity Cost</i>)	1.656,3382385032	635.126	1.051.983.480,07
Surplus Konsumen (<i>Consumers' Surplus</i>)	1.308.146,3495951	635.126	830.837.758.432,99

Sumber: Data Primer Diolah dengan Model Persamaan Regresi Linear Berganda, *Sutopo*²⁾.

Keterangan: ^{a)}Pengalihan Antara Hasil Sampel dengan Total Populasi Penduduk Tahun 2012 Kabupaten Sigi (220.061 jiwa), Kota Palu (347.856 jiwa), dan 3 Kecamatan Hilir (67.209 jiwa) di Kabupaten Donggala, sehingga total kawasan hilir sebesar 635.126 jiwa (Sumber: Kabupaten Sigi Dalam Angka 2013, Kota Palu Dalam Angka 2013, dan Kabupaten Donggala Dalam Angka 2013).

Adapun analisis nilai ekonomi jasa hidrologis di kawasan hulu sub DAS Miu disajikan pada Tabel 9. Kedua analisis tersebut (kawasan hulu dan hilir) maka nilai ekonomi jasa ekosistem dalam perlindungan hutan dan DAS berupa jasa hidrologis, pada dasarnya merupakan penjumlahan antara Surplus Konsumen

(*Consumers' Surplus*) dengan Surplus Produsen (*Producers' Surplus*) yang hasil nilai jasa hidrologisnya disajikan pada Tabel 10.

Tampak pada Tabel 10 nilai ekonomi jasa hidrologis di sub DAS Miu, Sigi, Palu – Sulawesi Tengah yaitu sebesar Rp. 1.272.211.617.235.

Tabel 9. Nilai Ekonomi Jasa Hidrologis di Kawasan Hulu Sub DAS Miu

Nilai Ekonomi	Sampel (Rp/kap/tahun)	Populasi Kawasan Hulu ^{a)} (jiwa)	Kawasan Hulu Sub DAS Miu (Rp/tahun)
WTA Konsumsi Air Hulu	1.774.629,8527218	248.829	441.579.371.622,91
Value of Sacrifice (Opportunity Cost)	825,9198923361	248.829	205.512.820,89009
Surplus Produsen (<i>Producers' Surplus</i>)	1.773.803,9328294	248.829	441.373.858.802

Sumber: Data Primer Diolah dengan Model Persamaan Regresi Linear Berganda, lihat Sutopo²⁾.

Keterangan:

a) Pengalihan antara Hasil Sampel dengan Total Populasi Penduduk Tahun 2012 Kabupaten Sigi (220.061 jiwa), dan 2 Kecamatan Hulu (28.768 jiwa) di Kabupaten Donggala, sehingga total kawasan hulu sebesar 248.829 jiwa (Sumber: Kabupaten Sigi Dalam Angka 2013, dan Kabupaten Donggala Dalam Angka 2013).

Tabel 10. Nilai Ekonomi Jasa Hidrologis di Sub DAS Miu

No.	Nilai Ekonomi	Kawasan Hilir Sub DAS Miu (Rp/tahun)	Kawasan Hulu Sub DAS Miu (Rp/tahun)	Nilai Ekonomi Jasa Hidrologis Sub DAS Miu (Rp/tahun)
1.	Surplus Konsumen (<i>Consumers' Surplus</i>)	830.837.758.433	-	830.837.758.433
2.	Surplus Produsen (<i>Producers' Surplus</i>)	-	441.373.858.802	441.373.858.802
	Jumlah	830.837.758.433	441.373.858.802	1.272.211.617.235

Sumber: Data Primer Diolah dengan Model Persamaan Regresi Linear Berganda (Lihat Tabel 8. dan Tabel 9.).

4. KESIMPULAN

Model Komsumsi air di kawasan hilir, menjelaskan bahwa Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh : (a) pengeluaran keluarga pada tingkat signifikansi 96,5%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 95% pada $\alpha = 0,05$, (b) pendapatan keluarga pada tingkat signifikansi 80,7%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 80% pada $\alpha = 0,20$ atau $\alpha = 0,20$, dan (c) pengalaman kerja pada tingkat signifikansi 72,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 70% pada $\alpha = 0,30$ atau $\alpha = 0,30$; dengan nilai koefisien *R Square* adalah 0,530 atau 53% jauh diatas nilai 15%. Artinya secara bersama-sama, semua variabel penduga menentukan 53% peluang responden untuk bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih, sementara 47%

adalah adanya pengaruh variabel lain yang tidak diamati dalam penelitian atau kajian ini.

Model Komsumsi air di kawasan hulu, menjelaskan bahwa Konsumsi air bersih sangat dipengaruhi oleh: (a) biaya penampungan air pada tingkat signifikansi 94,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 90% pada $\alpha = 0,10$ atau $\alpha = 0,10$, (b) umur responden pada tingkat signifikansi 71,4%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 70% pada $\alpha = 0,30$ atau $\alpha = 0,30$, dan (c) jarak ke sumberdaya (lokasi tempat mata) air pada tingkat signifikansi 55,7%; dengan kata lain tingkat kepercayaan diatas 55% pada $\alpha = 0,45$ atau $\alpha = 0,45$; dengan nilai koefisien *R Square* adalah 0,973 atau 97,30% jauh diatas nilai 15%. Artinya secara bersama-sama, semua variabel penduga menentukan 97,30% peluang responden untuk bersedia melakukan kegiatan permintaan terhadap konsumsi air bersih,

sementara 2,70% adalah adanya pengaruh variabel lain yang tidak diamati dalam penelitian.

Berdasarkan studi yang terintegrasi dan menyeluruh dari hulu – hilir, didapatkan nilai ekonomi jasa ekosistem dalam perlindungan hutan dan DAS berupa jasa hidrologis, merupakan penjumlahan antara Surplus Konsumen (*Consumers' Surplus*) dengan Surplus Produsen (*Producers' Surplus*) sebagai nilai pilihan (*option value*) dari pemanfaatan sumberdaya air atau jasa hidrologis, yaitu sebesar Rp. 1.272.211.617.235. Adapun nilai Surplus Konsumen (*Consumers' Surplus*) yang terdapat di kawasan hilir adalah sebesar Rp. 830.837.758.433; sedangkan nilai Surplus Produsen (*Producers' Surplus*) di kawasan hulu sebesar Rp. 441.373.858.801.

PERSANTUNAN

Dalam kesempatan ini kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak dalam lingkup SCBFWM yaitu proyek *Strengthening Community-Based Forest and Watershed Management* (SCBFWM) atau Proyek Penguatan Pengelolaan Hutan dan DAS Berbasis Masyarakat (PPHDBM) maupun para pihak terkait lainnya seperti Dinas, Badan, Kantor dan Lembaga di lingkup Pemerintah Daerah. Pemerintahan Provinsi Sulawesi Tengah, Pemerintah Daerah Kabupaten Sigi, Pemerintah Daerah Kabupaten Donggala, Balai Besar TNLL (Taman Nasional Lore Lindu), dan PDAM.

Untuk semua itu kami tidak dapat membalas secara materi, namun berharap agar semua pihak yang telah membantu dalam penelitian memperoleh balasan yang setimpal dari Tuhan Yang Maha Esa dan dicatat sebagai amal jariyah dalam mengamalkan ilmu yang bermanfaat bagi kepentingan agama, masyarakat dan bangsa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sutopo MF. 2011. Pengembangan Kebijakan Pembayaran Jasa Lingkungan dalam Pengelolaan Air Minum (Studi Kasus DAS

- Cisadane Hulu). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
2. Sutopo MF. 2015. Kajian Nilai Ekonomi Jasa Lingkungan Sub-Daerah Aliran Sungai Miu, Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah. *Strengthening Community-Based Forest and Watershed Management* (SCBFWM) atau Penguatan Pengelolaan Hutan dan DAS Berbasis Masyarakat (PPHDBM). Direktorat Perencanaan dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Ditjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial. Kementerian Kehutanan. Jakarta.
3. Hartwick JM, ND Olewiler. 1986. *The Economics of Natural Resource Use*. Harper and Row Publisher, Inc. New York.
4. Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH). 2013. Neraca Sumber Daya Hutan (NSDH) Provinsi Sulawesi Tengah Tahun 2012. Kementerian Kehutanan, Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan, BPKH Wilayah XVI Palu.
5. Uyanto SS. 2009. Pedoman Analisis Data dengan SPSS. Edisi 3. Graha Ilmu. Yogyakarta.
6. Putri EIK. 2002. *Partizipativen Ansätzen am Beispiel des Gunung Gede Pangrango Nationalparks in Indonesien*. Cuvillier verlag Gottingen. German.
7. Sutopo MF, Mawardi MI. 2010. Analisis Kesiediaan Masyarakat Menerima Pembayaran Jasa Lingkungan dalam Pengelolaan Air Minum di DAS Cisadane Hulu. *Jurnal Hidrosfir Indonesia*. Vol. 5 (3): 133 – 139.
8. Sutopo MF, Sanim B, Syaukat S, Mawardi MI. 2011. Analisis Kesiediaan Membayar Jasa Lingkungan dalam Pengelolaan Air Minum Terpadu di Indonesia (Studi Kasus DAS Cisadane Hulu). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 12 (1): 17 - 23.
9. <https://www.tenureconference.id/single-post/2017/10/27/Ketika-Sigi-Memilih-Jalan-Reforma-Agraria-dan-Perhutanan-Sosial>.