

**AGIHAN SPASIAL EKOLOGIKAL POTENSI AIRTANAH UNTUK
KEBUTUHAN DOMESTIK DI CEKUNGAN AIRTANAH PALU PROVINSI
SULAWESI TENGAH**
*(Spatial Ecological Distribution of Groundwater Potency to Domestic Availability
at Palu Groundwater Basin Central Sulawesi Province)*

Zeffitni

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako Palu

E-Mail: seffitni_04@yahoo.com

Diterima: 8 Mei 2012

Disetujui: 29 Juli 2012

Abstrak

Peningkatan jumlah penduduk dan pengembangan berbagai sektor seperti domestik, industri, jasa, pertanian dan sektor lainnya di Kota Palu, secara langsung maupun tidak langsung menuntut penyediaan sumber air bersih yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk: menganalisis potensi kuantitatif airtanah bebas dan tertekan berdasarkan agihan spasial ekologi dan menyusun pola arahan spasial pemanfaatan airtanah untuk kebutuhan domestik. Pendekatan utama dalam penelitian ini adalah analisis spasial ekologi dengan metode survei sebagai dasar untuk analisis potensi kuantitatif airtanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1). tingkat potensi kuantitatif: airtanah bebas rata - rata sedang (1,0 – 5,0 liter/detik), mataair kecil (< 5,0 liter/detik) dan besar (>10,0 liter/detik), dan airtanah tertekan besar rata – rata > 10,0 liter/detik namun di beberapa tempat bernilai nihil (tidak ada data pengukuran), 2). kebutuhan air bersih di daerah perkotaan (Kecamatan Palu Timur) pada tahun 2017 diperkirakan akan lebih tinggi daripada di daerah perdesaan (Kecamatan Palu Selatan dan Palu Barat) dan 3). agihan zona penurapan airtanah terdiri atas: zona penurapan I: potensi airtanah sedang - tinggi di Kecamatan Palu Timur dan Palu Barat (pusat kota), zona penurapan II: potensi airtanah sedang di Kecamatan Palu Selatan (daerah transisi), dan zona penurapan III: potensi airtanah sangat terbatas, agihan di daerah yang tidak termasuk daerah arahan penurapan, yaitu Kecamatan Palu Utara, Kabupaten Donggala dan Sigi (daerah pinggiran) karena merupakan daerah imbuhan airtanah (*recharge area*)

Kata kunci: airtanah, agihan, spasial, dan domestik.

Abstract

The increasing of population number and development of various sectors such as domestic, industrial, services, agriculture and other sectors at Palu City directly or indirectly also require increasing provision of fresh water sources. This study aimed to: analyze the groundwater potency based on distribution of spatial ecological and to compose the design of spatial direction groundwater for domestic used. The study of spatial distribution of groundwater potency based on the approach of spatial ecological to be done with survey methods.

The research result indicate that: 1). level of quantitative potency for unconfined groundwater medium category, amount 1.0- 5,0 litre/second, spring debit small (<5.0 litre/seconds) and big (>10.0 litre/seconds), and confined groundwater are big (> 10.0 litre/ seconds), 2). groundwater demand at city area (East Palu District) at 2017 predicted high from rural area (South Palu and West Palu District), and 3). the landing groundwater: plastering zone I: groundwater high – medium potential, distribution in west and east Palu District (Central City), plastering zone II: groundwater potential exactly, distribution in South Palu (Transition Region), and plastering zone III: groundwater very limit, distribution in region not plastering: North Palu District, Donggala and Sigi Regency (Edge Region).

Keywords: groundwater, distribution, spatial, and domestic.

PENDAHULUAN

Salah satu sumberdaya air yang potensial dan banyak mendapat perhatian dalam kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan untuk air minum, adalah airtanah. Peranan airtanah semakin lama semakin penting karena airtanah menjadi sumber air utama untuk memenuhi kebutuhan pokok hajat hidup orang banyak (*common goods*), seperti air minum, rumah tangga, industri, irigasi, perkotaan dan lainnya, serta sudah menjadi komoditi ekonomis bahkan di beberapa tempat sudah menjadi komoditi strategis. Diperkirakan 70% kebutuhan air bersih penduduk dan 90% kebutuhan air industri berasal dari airtanah (Pusat Lingkungan Geologi, 2007; Hadian dkk., 2006).

Airtanah di Cekungan Airtanah Palu (CAT) Palu merupakan salah satu fenomena fisik yang memerlukan pendekatan analisis spasial ekologi dan sumber pemasok air bersih bagi penduduk di Kota Palu, namun distribusinya tidak merata secara spasial ekologi dan temporal. Peningkatan jumlah penduduk dan pengembangan berbagai sektor seperti domestik, industri, jasa, pertanian dan sektor lainnya di Kota Palu, yang secara langsung maupun tidak langsung juga menuntut penyediaan sumber air bersih yang semakin meningkat. Jika hal ini tidak segera diantisipasi maka degradasi kuantitas dan kualitas airtanah semakin meningkat. Kondisi ini akan semakin meningkat jika diiringi dengan pemahaman yang keliru tentang sifat airtanah yang terdistribusi secara spasial ekologi, di samping karena dampak dari pembangunan serta aktivitas manusia.

TINJAUAN PUSTAKA

Agihan Spasial Ekologi Airtanah

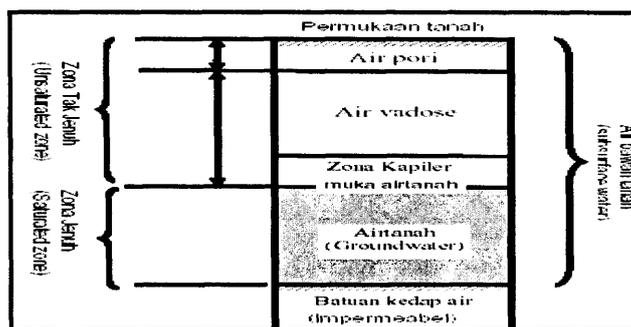
Hagget (1970) berpendapat bahwa fenomena geosfer dapat dikaji dengan menggunakan pendekatan spasial, ekologi, dan kompleks wilayah. Chapman (1979) dan Bintarto (1991) menjelaskan bahwa dalam pendekatan spasial, harus dipertimbangkan unsur: *spatial pattern*, *spatial system*, dan *spatial process*. Gabler et al., (2007), Haryono (2008) dan Yunus (2004) menyatakan bahwa pendekatan ekologi menekankan pada analisis

interrelasi manusia dan lingkungan, dengan empat tema analisis, yaitu: analisis keterkaitan antara perilaku manusia dan lingkungan, aktivitas manusia dan lingkungan, kenampakan fisik alami dan lingkungan, dan keterkaitan antara kenampakan fisik binaan dan lingkungan.

Berkaitan dengan konteks agihan spasial ekologi airtanah, Notosiswoyo (2002) menyatakan bahwa airtanah merupakan sumberdaya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), namun waktu pengisian kembali (*replenishment*) sangat relatif. Sutikno (2005) menjelaskan bahwa komponen yang diperhitungkan dalam regionalisasi pengelolaan sumberdaya air adalah sumber air, wadah/tempat air tertampung, vegetasi/penggunaan lahan, kependudukan dan kondisi sosial ekonomi lainnya, dan sistem administrasi dan peraturannya. Komponen tersebut merupakan komponen geografis yang terdistribusi secara spasial dan temporal. Kajian agihan spasial potensi airtanah tidak terlepas dari pendekatan analisis spasial ekologi. Todd (1980) berpendapat bahwa cekungan airtanah merupakan suatu unit hidrogeologi yang terdiri dari satu atau beberapa bagian akuifer yang saling berhubungan membentuk suatu sistem dan dapat berubah akibat perubahan lingkungan. Distribusi vertikal airtanah disajikan pada Gambar 1.

Agihan spasial ekologi airtanah dapat dikaji berdasarkan geomorfologi. Todd (1980) dan Walton (1970) berpendapat bahwa perbedaan litologi mempengaruhi ketersediaan airtanah. Informasi litologi, stratigrafi dan struktur geologi dapat dikaji melalui pendekatan geomorfologi terutama yang menekankan pada bentuklahan. Pada analisis dan evaluasi potensi airtanah, maka pendekatan geomorfologi dapat diterapkan dengan cara menyusun satuan-satuan hidromorfologi, dengan mempertimbangkan faktor morfologi dan litologi (Verstappen, 1983; Sutikno, 1992).

Satuan hidrogeologi merupakan pengelompokan formasi batuan atau satuan batuan baik sebagai akuifer atau bukan akuifer berdasarkan struktur geologi terutama sesar (*fault*), lipatan (*fold*), dan kekar (*joint*) (Pusat Lingkungan Geologi, 2007).



Gambar 1. Distribusi Vertikal Airtanah (Todd, 1980)

Potensi Airtanah dan Pemanfaatan Untuk Kebutuhan Domestik

Kajian terhadap potensi airtanah dan pemanfaatan untuk domestik sangat penting dilakukan mengingat air merupakan salah satu kebutuhan esensial bagi manusia. Keterdapatannya airtanah yang bersifat spasial ekologiikal dan temporal, telah menyebabkan posisinya dari material yang bersifat bebas (*free goods*) menjadi material yang bernilai ekonomis (*economic goods*). Potensi airtanah dapat diketahui dari besarnya nilai imbuhan dengan persamaan:

$$RC = P \cdot A \cdot R_f (\%) \tag{1}$$

keterangan:

- RC : Besarnya imbuhan (m³/tahun)
- P : Curah hujan rerata tahunan berdasarkan Isohyet atau Polygon Thiessen
- A : Luas area atau tadah hujan (m²) tidak termasuk sawah irigasi
- R_f : Persentase imbuhan berdasarkan kondisi geologi

Perhitungan ketersediaan airtanah dapat dilakukan dengan metode statis maupun metode dinamis. Jika airtanah dianggap diam, maka dapat dihitung berdasarkan atas parameter: tebal akuifer dan hasil jenis (*specific yield*) menurut komposisi materi penyusun akuifer dan luas masing-masing zona potensi airtanah. Pada kenyataannya, airtanah dalam akuifer mengalir dengan kecepatan tertentu, yang berarti bahwa airtanah bersifat dinamis. Oleh karena itu, untuk menghitung keter-

ediaan airtanah didasarkan atas prinsip Hukum Darcy.

$$Q = K \cdot I \cdot A \text{ atau } Q = T \cdot I \tag{2}$$

keterangan:

- Q : Debit airtanah (m³/hari)
- K : Permeabilitas rata-rata (m/hari)
- I : Gradien Hidrolis $I = dh/dl$ (landai hidrolika)
- A : Luas penampang akuifer (m²)
- T : Transmisivitas = KD (m²/hari)
- D : Tebal akuifer
- L : Lebar penampang akuifer (m)

Potensi sumberdaya airtanah dikelompokkan menjadi 3 wilayah, yaitu kelompok: berpotensi rendah, sedang dan tinggi. Reed (2008) menambahkan bahwa menentukan berapa banyak kebutuhan air merupakan salah satu langkah untuk dapat menyediakan air sesuai kebutuhan. Menurut Linsley (Sasongko, 1969) bahwa prediksi kebutuhan air dapat dihitung setiap satuan waktu tergantung pada fokus permasalahan. Jangka waktu prediksi terbagi atas 3 kategori, yaitu: skala jangka pendek <15 tahun, skala jangka menengah 15-25 tahun, dan skala jangka panjang > 25-50 tahun. Perhitungan prediksi berdasarkan angka pertumbuhan penduduk dengan menggunakan Metode Bunga Berganda, yaitu.

$$P_t = P_0 (1+r)^n \tag{3}$$

keterangan:

- P_t : jumlah penduduk pada tahun yang diprediksikan

- P_0 : jumlah penduduk yang akan diprediksikan
 r : rata-rata laju pertumbuhan penduduk
 n : jumlah tahun yang akan diprediksikan

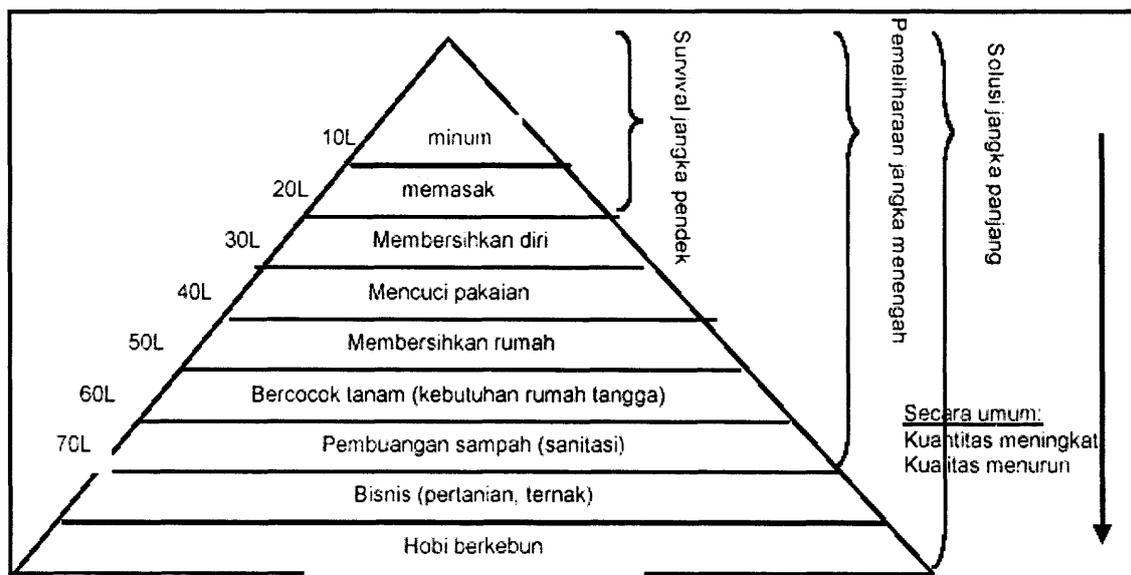
Jumlah kebutuhan air sangat ditentukan oleh tingkat pola kehidupan pemakainya. Pada dasarnya standar kebutuhan minimal individu adalah 40-70 liter/hari, belum termasuk kebutuhan yang dipengaruhi oleh faktor kondisi sosial ekonomi. Jumlah yang lebih tepat tergantung pada berbagai variabel (budaya dan iklim) yang harus dinilai dan dipertimbangkan (The Sphere Project, 2004). Pada Gambar 2. dijelaskan hirarki kebutuhan air untuk setiap individu.

Beberapa kota besar di Indonesia, standar kebutuhan air berkisar 100 - 150 liter/orang/hari dan daerah perdesaan berkisar < 40 liter/orang/hari. Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral (2001) menetapkan jumlah kebutuhan air bersih 150 liter/ orang/hari untuk daerah perkotaan dan 80 liter/ orang/hari untuk daerah perdesaan. Sugihardjo (Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral, 2001) menjelaskan bahwa pemanfaatan air bersih untuk keperluan domestik di Indonesia, rata – rata 60-150 liter/orang/hari.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Populasi dan Sampel

Penelitian ini dilakukan di CAT Palu Provinsi Sulawesi Tengah, pada luasan wilayah +474,60 km². Secara administratif mencakup sebagian Kota Palu (Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah), Kabupaten Donggala dan Sigi. Populasi penelitian meliputi keseluruhan agihan potensi airtanah di CAT Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Sampel penelitian terdiri atas: sampel airtanah dan responden pemakai air. Sampel responden pemakai air ditujukan untuk mengetahui jumlah kebutuhan air untuk domestik. Cara penarikan sampel dengan random dan proportional sampling. Teknik pengambilan sampel responden pemakai air dilakukan atas tiga tingkat (three stage sampling). Tingkat pertama menentukan sampel area administratif di CAT Palu, yaitu Kota Palu sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Tengah, dengan pertimbangan: 1). Berdasarkan tingkat perkembangan wilayah, Kota Palu merupakan "wilayah meso" dengan jumlah penduduk pada tahun 2007 sejumlah 304.477 jiwa (angka pertumbuhan 1,76%), 2). sekitar 75% dari kecamatan di Kota Palu berada di CAT Palu, yaitu Kecamatan: Palu Timur, Palu



Gambar 2. Hirarki Kebutuhan Air (Berdasarkan Hirarki Kebutuhan Abraham Maslow, 1908-1970) (Reed, 2008)

Tabel 1. Tingkat Potensi Kuantitatif Airtanah Untuk Air Minum

Airtanah Bebas		Pengamatan		Airtanah Tertekan	
Sumur Gali dan Pantek		Mataair		Sumur Bor SD dan SE	
Potensi (l/dtk)	Klas	Potensi (l/dtk)	Klas	Potensi (l/dtk)	Klas
> 5,0	Besar	> 10,0	Besar	> 10,0	Besar
1,0 – 5,0	Sedang	5,0 – 10,0	Sedang	2,0 – 10,0	Sedang
< 1,0	Kecil	< 5,0	Kecil	< 2,0	Kecil

Sumber: Hasil Perumusan dari Panduan Teknis Pengelolaan Airtanah Pusat Lingkungan Geologi, 2009

Barat, dan Palu Selatan, dan 3). Problematik airtanah lebih dominan ditemui di Kota Palu. Tingkat kedua menentukan sampel kelurahan berdasarkan konsep dan strategi kepadatan penduduk (RT/RW Kota Palu tahun 2006 – 2025), yang membagi tiga kawasan perkotaan menjadi wilayah: pusat kota (kepadatan penduduk 234 jiwa/ha), daerah transisi (kepadatan penduduk 153 jiwa/ha) dan daerah pinggiran (kepadatan penduduk 65 jiwa/ha). Di masing-masing kawasan ditetapkan 3 kelurahan dengan jumlah penduduk terbanyak dan mewakili masing-masing kecamatan. Dengan demikian sampel kelurahan ditetapkan sebagai berikut. 1). Pusat Kota: Kelurahan Ujuna (Kecamatan Palu Barat), Kelurahan Besusu Barat (Kecamatan Palu Timur) dan Kelurahan Lolu Utara (Kecamatan Palu Selatan), 2). Daerah Transisi: Kelurahan Lere (Kecamatan Palu Barat), Kelurahan Talise (Kecamatan Palu Timur) dan Kelurahan Tatura Utara (Kecamatan Palu Selatan), dan 3). Daerah Pinggiran: Kelurahan Balaroa (Kecamatan Palu Barat), Kelurahan Lasoani (Kecamatan Palu Timur) dan Kelurahan Palupi (Kecamatan Palu Selatan).

Pada tingkat ketiga sampel yang tersebar pada tiga kawasan tersebut dipilah menjadi sampel daerah perkotaan dan perdesaan. Batasan daerah perkotaan dan perdesaan dalam penelitian ini berdasarkan mata pencaharian, yaitu sektor ekonomi atau non ekonomi (Siola, 1979; Rijanta, 2009; Rahardjo, 2009). Daerah perdesaan adalah Kecamatan Palu Barat dan Palu Selatan, dengan mata pencaharian pada umumnya di sektor pertanian dan

daerah perkotaan adalah Kecamatan Palu Timur dengan mata pencaharian pada umumnya di sektor non pertanian. Teknik penentuan sampel responden ditetapkan dengan cara Random dan Proportional Sampling. Responden dalam penelitian ini hanya merupakan responden kunci untuk mendapatkan informasi pembandingan jumlah kebutuhan air untuk domestik berdasarkan standar dan hasil penelitian. Dengan demikian ditetapkan 10 responden pada tiap kelurahan sehingga berjumlah 90 responden.

Metode Penelitian

Analisis Spasial Ekologikal. Analisis ini ditujukan untuk mengetahui agihan airtanah dengan satuan bentuklahan sebagai satuan evaluasi. Proses analisis ini dilakukan dengan cara interpretasi citra satelit yang dilanjutkan dengan pengecekan lapangan untuk menyusun peta satuan bentuklahan. Berdasarkan peta satuan bentuklahan dilakukan pengamatan lapangan terhadap faktor lingkungan fisik yang berkaitan dengan keberadaan dan karakteristik airtanah. Faktor lingkungan fisik meliputi: litologi, stratigrafi, struktur geologi dan penggunaan lahan.

Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kuantitas. Penentuan kuantitas airtanah dilakukan melalui perhitungan sebagai berikut. a). Pendekatan Imbuan Air Hujan. Imbuan airtanah ke dalam akuifer diperkirakan secara kuantitatif dengan metode presentase curah hujan; b). Pendekatan Statis dan Dinamis. Perhitungan ketersediaan airtanah secara statis menganggap bahwa akuifer dianggap sebagai

suatu wadah yang menampung sejumlah airtanah dengan kemampuan atau volume tertentu. Pendekatan dinamis, bahwa aliran airtanah yang masuk atau keluar cekungan airtanah dihitung dengan jejaring aliran (flow net) dan menerapkan Hukum Darcy; dan c). Tingkat Potensi Kuantitatif Airtanah Untuk Air Minum. Penentuan kuantitas airtanah ditujukan untuk keperluan air minum berpedoman pada Panduan Teknis Pengelolaan Airtanah, Badan Geologi, Pusat Lingkungan Geologi, 2007, seperti pada Tabel 1.

Pola Arah Spasial Pemanfaatan Airtanah Untuk Kebutuhan Domestik. Kebutuhan air bersih untuk domestik dibedakan atas kebutuhan berdasarkan standar dan hasil penelitian. Perkiraan kebutuhan air untuk beberapa tahun yang akan datang sangat diperlukan. Menentukan berapa banyak kebutuhan merupakan salah satu langkah untuk dapat menyediakan air sesuai kebutuhan. Jangka waktu prediksi terbagi atas 3 kategori, yaitu: skala jangka pendek <15 tahun, skala jangka menengah 15-25 tahun, dan skala jangka panjang > 25-50 tahun.

Penelitian ini menggunakan prediksi jangka menengah yaitu 10 tahun berdasarkan data tahun 2007, yaitu untuk tahun 2009 (tahun analisis penelitian) dan tahun 2017. Perhitungan prediksi berdasarkan angka pertumbuhan penduduk dengan menggunakan Metode Bunga Berganda. Analisis kebutuhan

air untuk domestik dijelaskan sebagai berikut.

Kebutuhan Domestik Berdasarkan Standar. Berpedoman pada standar yang ditetapkan oleh Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral (2001) maka untuk wilayah penelitian ditetapkan: daerah perkotaan, yaitu 150 liter/orang/hari dan daerah perdesaan 80 liter/orang/hari.

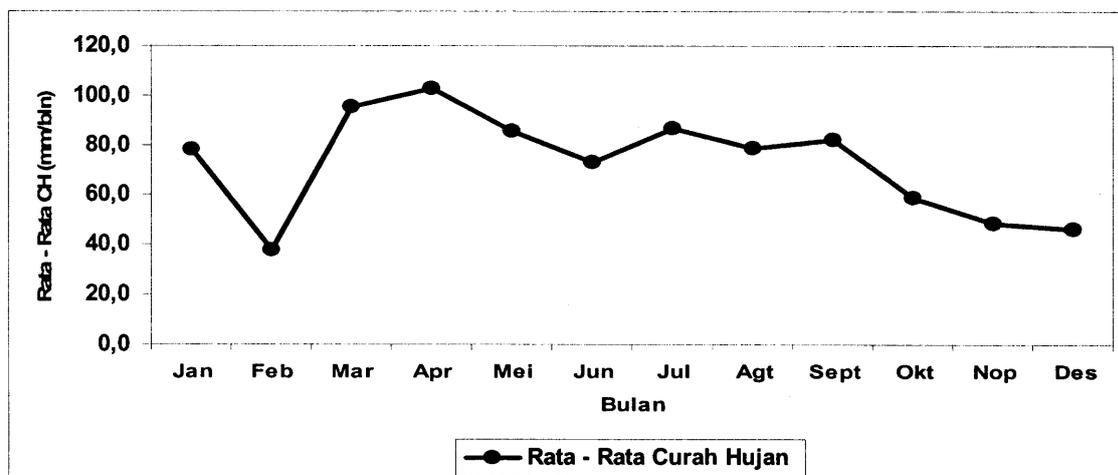
Kebutuhan Domestik Berdasarkan Hasil Penelitian. Perhitungan pemanfaatan airtanah berdasarkan hasil penelitian diperoleh berdasarkan hasil wawancara terhadap 90 responden kepala keluarga di 3 kecamatan, yaitu Kecamatan: Palu Timur, Palu Selatan, dan Palu Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kuantitas

Analisis terdiri atas: pendekatan imbuhan air hujan, kuantitas airtanah bebas (pendekatan statis dan dinamis) serta tingkat potensi kuantitatif airtanah bebas dan mataair berdasarkan kriteria kuantitas untuk kebutuhan air minum domestik.

Pendekatan Imbuhan Air Hujan. Penentuan jumlah dan ketersediaan airtanah diperkirakan secara kuantitatif dengan metode persentase curah hujan, dengan menggunakan data curah hujan bulanan rata-rata 5 lima tahun terakhir (Tahun 2004 s/d 2008), dari 3



Gambar 3. Grafik Rata - Rata Curah Hujan Bulanan di CAT Palu (Hasil Analisis Data Curah Hujan, 2009)

stasiun pengamatan yaitu: Stasiun Meteorologi dan Geofisika Bandara Mutiara Kota Palu, Stasiun BPP Mantikole Kabupaten Donggala dan Stasiun Sub DAS Wuno Kabupaten Sigi. Gambar 3. menyajikan rata-rata curah hujan bulanan di CAT Palu.

Imbuan airtanah di CAT Palu sejumlah 104.015.605,00 m³/tahun dengan persentase imbuan 25% dari curah hujan rata-rata tahunan. Penelitian ini menggunakan pendekatan geomorfologi dan geologi sehingga perhitungan dan analisis imbuan airtanah digunakan nilai tetapan persentase imbuan berdasarkan litologi penyusun akuifer.

Kuantitas Airtanah Bebas

Potensi Airtanah Dengan Pendekatan Statis. Dengan menggunakan parameter luasan area, tebal akuifer dan hasil jenis, ketersediaan airtanah statis di CAT Palu berjumlah + 19.552.823,80 m³. Agihan airtanah statis di bagian timur sejumlah 13.239.480,76 m³ dan di bagian barat sejumlah 6.313.343,04 m³.

Potensi Airtanah Dengan Pendekatan Dinamis. Berdasarkan hasil perhitungan parameter nilai permeabilitas rata-rata (K), gradien hidrolis (I) dan luas penampang akuifer (A) maka dapat dijelaskan bahwa keterse-

diaan airtanah dinamis di CAT Palu, berjumlah 15.847,52 m³/hari atau 5.784.344,80 m³/tahun.

Hasil analisis agihan spasial sistem akuifer bahwa CAT Palu merupakan suatu sistem aliran sehingga jumlah ketersediaan airtanah dinamis ini hanya $\pm 5,56\%$ dari jumlah aliran yang masuk (Q_{in}) ke CAT Palu. Berdasarkan hasil analisis pendekatan imbuan air hujan, statis dan dinamis maka dapat dirumuskan bahwa di CAT Palu terdapat 4 klas potensi ketersediaan airtanah, yaitu. 1). Potensi ketersediaan airtanah tinggi menempati bagian barat dibentuk lahan dataran aluvial dan perbukitan denudasional di Formasi Pakuli; 2). Potensi ketersediaan airtanah sedang menempati bagian timur dibentuk lahan dataran aluvial dan perbukitan denudasional di Aluvium dan Formasi Pakuli; 3). Potensi ketersediaan airtanah rendah menempati bagian barat, dibentuk lahan dataran aluvial dan perbukitan denudasional di Aluvium; 4). Daerah langka airtanah menempati perbukitan struktural di bagian timur yaitu Gunung Tanggunguno dan di bagian barat yaitu Gunung Gawalise.

Zona Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kuantitas. Kriteria kuantitas airtanah (bebas

Tabel 2. Tingkat Potensi Airtanah Berdasarkan Kriteria Kuantitas di CAT Palu

Agihan Kecamatan	Klas Potensi Airtanah			Klas Potensi Rata - Rata
	Bebas	Mataair	Tertekan	
Palu Timur	1,14	1,17	-	1,16
Palu Selatan	1,28	1,00	1,00	1,09
Dolo	1,00	1,00	-	1,00
Biromaru	1,47	1,18	2,00	1,55
Gumbasa	1,50	1,75	-	1,63
Palu Barat	1,38	1,29	-	1,34
Palu Selatan	1,50	1,25	-	1,38
Marawola	1,50	1,63	2,00	1,71
Dolo Barat	1,43	1,37	-	1,40
Dolo Selatan	1,50	1,33	-	1,42
CAT Palu	1,37	1,30	1,67	1,44

Sumber: Hasil Analisis Data Debit Airtanah, 2009

Keterangan:
 1,00 : Kecil
 1,00 - 1,50 : Sedang
 > 1,50 - 2,00 : Besar
 Tanda (-) tidak data (nihil)

Tabel 3. Pemanfaatan Airtanah Untuk Domestik Berdasarkan Standar Kebutuhan Air Bersih di Kota Palu Tahun 2007 - 2017

No	Agihan Kecamatan / Kelurahan	Pemanfaatan Aktual		Prediksi Kebutuhan			
		Tahun 2007		Tahun 2009		Tahun 2017	
		Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)	Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)	Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)
Kecamatan Palu Utara							
1	Mamboro	7.833	626,64	8.115	649,20	9.321	745,70
2	Taipa	3.755	300,40	3.890	311,21	4.176	334,04
3	Kayumalue Pajeko	2.915	233,20	3.020	241,60	3.241	259,32
4	Kayumalue Ngapa	3.332	266,56	3.452	276,16	3.705	296,41
5	Panau	3.554	284,32	3.682	294,56	3.952	316,16
6	Lambara	2.558	204,64	2.650	212,01	2.844	227,56
7	Baiya	4.048	323,84	4.194	335,50	4.501	360,11
8	Pantoloan	8.018	641,44	8.307	664,53	8.916	713,28
	Jumlah	36.013	2.881,04	37.309	2.984,76	40.657	3.252,59
Kecamatan Palu Timur							
1	Besusu Barat	15.304	2.295,60	15.717	2.357,58	17.447	2.616,98
2	Besusu Tengah	8.730	1.309,50	8.966	1.344,86	9.952	1.492,83
3	Besusu Timur	8.952	1.342,80	9.194	1.379,06	10.205	1.530,79
4	Talise	16.204	2.430,60	16.642	2.496,23	18.473	2.770,88
5	Lasoani	5.915	887,25	6.075	911,21	6.743	1.011,47
6	Poboya	1.316	197,40	1.352	202,73	1.500	225,04
7	Tondo	9.934	1.490,10	10.202	1.530,33	11.325	1.698,71
8	Layana Indah	2.331	349,65	2.394	359,09	2.657	398,60
	Jumlah	68.686	10.302,90	70.541	10.581,08	78.302	11.745,31
Kecamatan Palu Selatan							
1	Pengawu	5.366	429,28	5.613	449,03	6.708	536,60
2	Tawanjuka	2.594	207,52	2.713	217,07	3.243	259,40
3	Palupi	6.485	518,80	6.783	542,66	8.106	648,50
4	Birobuli Selatan	8.494	679,52	8.885	710,78	10.618	849,40
5	Petobo	5.451	436,08	5.702	456,14	6.814	545,10
6	Kawatuna	2.872	229,76	3.004	240,33	3.590	287,20
7	Birobuli Utara	14.065	1.125,20	14.712	1.176,96	17.581	1.406,50
8	Tatura Utara	17.616	1.409,28	18.426	1.474,11	22.020	1.761,60
9	Tatura Selatan	9.295	743,60	9.723	777,81	11.619	929,50
10	Lolu Selatan	13.407	1.072,56	14.024	1.121,90	16.759	1.340,70
11	Lolu Utara	12.015	961,20	12.568	1.005,42	15.019	1.201,50
12	Tanamodindi	11.028	882,24	11.535	922,82	13.785	1.102,80
	Jumlah	108.688	8.695,04	113.688	9.095,01	135.860	10.868,80
Kecamatan Palu Barat							
1	Duyu	4.615	369,20	4.767	381,38	5.400	431,96
2	Boyaoge	5.535	442,80	5.718	457,41	6.476	518,08
3	Nunu	6.589	527,12	6.806	544,51	7.709	616,73
4	Ujuna	9.078	726,24	9.378	750,21	10.621	849,70
5	Baru	5.555	444,40	5.738	459,07	6.499	519,95
6	Siranindi	7.119	569,52	7.354	588,31	8.329	666,34
7	Kamonji	8.462	676,96	8.741	699,30	9.901	792,04
8	Balaroa	12.194	975,52	12.596	1.007,71	14.267	1.141,36
9	Donggala Kodi	8.225	658,00	8.496	679,71	9.623	769,86
10	Kabonena	2.960	236,80	3.058	244,61	3.463	277,06
11	Lere	9.783	782,64	10.106	808,47	11.446	915,69
12	Silae	3.697	295,76	3.819	305,52	4.325	346,04
13	Tipo	2.707	216,56	2.796	223,71	3.167	253,38
14	Buluri	2.846	227,68	2.940	235,19	3.330	266,39
15	Watusampu	1.725	138,00	1.782	142,55	2.018	161,46
	Jumlah	91.090	7.287,20	94.096	7.527,68	106.575	8.526,02
	Kota Palu	304.477	29.166,18	315.634	30.188,53	361.395	34.392,72

Sumber: Hasil Analisis Data Bappeda Kota Palu, 2009

dan tertekan) tergantung kepada jenis peruntukannya (air minum, industri, pertanian dan keperluan lainnya). Dalam penelitian ini kriteria kuantitas airtanah bebas dan tertekan hanya dibatasi untuk air minum domestik di Kota Palu. Potensi airtanah berdasarkan kriteria kuantitas di CAT Palu berkisar dari klas besar – kecil. Nilai nihil disebabkan karena tidak adanya data sekunder uji pemompaan. Pada Tabel 2. dapat dilihat agihan tingkat potensi kuantitatif airtanah di CAT Palu. Pola Arah Spasial Pemanfaatan Airtanah Untuk Kebutuhan Domestik

Kebutuhan Air Untuk Domestik

Kebutuhan Domestik Berdasarkan Standar. Berdasarkan analisis dan kajian terhadap standar kebutuhan air untuk domestik, di Kota Palu ditetapkan 150 liter/orang/hari untuk daerah perkotaan dan 80 liter/orang/hari untuk daerah perdesaan. Daerah perdesaan dalam penelitian ini adalah Kecamatan Palu Barat dan Palu Selatan, dengan mata pencaharian pada umumnya di sektor pertanian, dengan luas lahan basah + 696, 264 ha. Daerah perkotaan adalah Kecamatan Palu Timur dengan mata pencaharian pada umumnya di sektor non pertanian, dengan luas lahan basah paling rendah + 81,575 ha (Bappeda Kota Palu, 2006). Agihan spasial ekologiikal pemanfaatan airtanah untuk kebutuhan domestik disajikan pada Tabel 3.

Kebutuhan Domestik Berdasarkan Hasil Penelitian. Perhitungan pemanfaatan airtanah berdasarkan hasil penelitian diperoleh dari hasil wawancara terhadap 90 responden penduduk, dengan agihan masing – masing 30 responden di Kecamatan: Palu Timur, Palu Selatan dan Palu Barat. Berdasarkan hasil wawancara dengan 90 responden penduduk, diperoleh data bahwa pada daerah perkotaan (Kecamatan Palu Timur) jumlah kebutuhan air untuk domestik adalah 130 liter/orang/hari. Di daerah perdesaan, yaitu Kecamatan Palu Selatan dan Palu Barat, jumlah kebutuhan air untuk domestik sejumlah 70 liter/ orang/hari. Hasil perhitungan berdasarkan data hasil wawancara dan dibandingkan dengan jumlah penduduk Kota Palu, bahwa kebutuhan air untuk domestik di Kota Palu pada tahun 2007

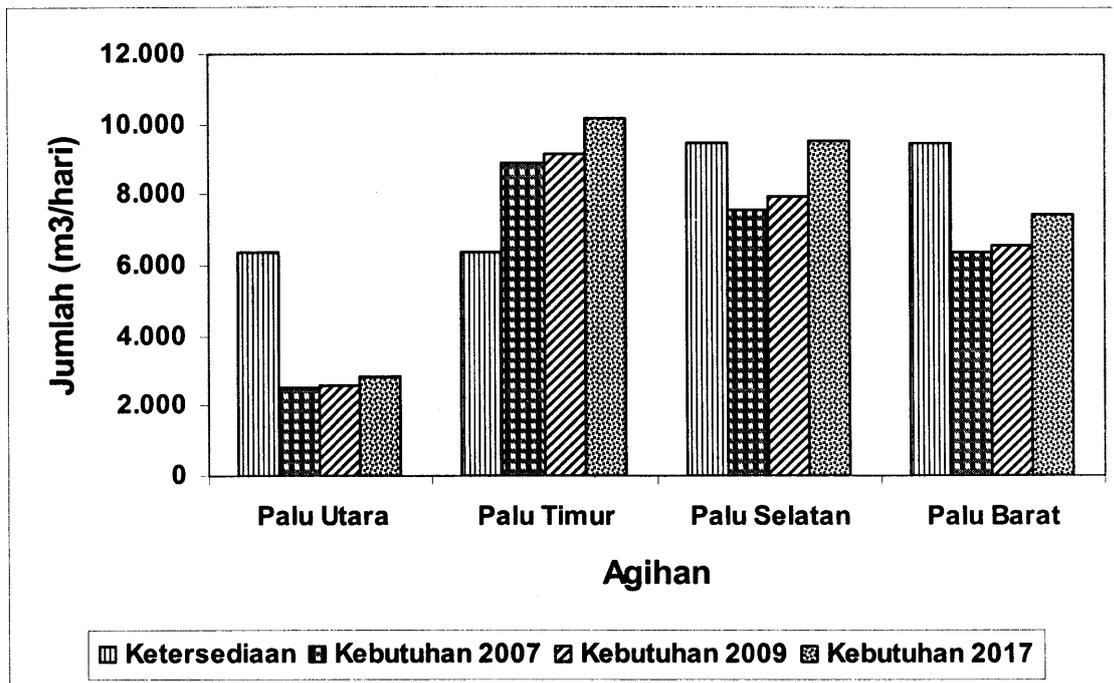
berjumlah 25.434,55 m³/hari untuk mensuplai 304.477 jiwa penduduk. Berdasarkan hasil analisis dengan metode Bunga Berganda, pada tahun 2017 diperkirakan akan berjumlah 29.995,76 m³/hari untuk mensuplai 361.395 jiwa penduduk. Hasil perhitungan kebutuhan air untuk domestik berdasarkan hasil penelitian disajikan pada Tabel 4. dan prediksi kebutuhan pada Gambar 4.

Agihan spasial ekologiikal pemanfaatan air untuk domestik di Kota Palu dibagi atas 3 klas pemanfaatan, yaitu: klas rendah (<1.000.000 m³/tahun), klas sedang (1.000.000 – 2.500.000 m³/ tahun) dan klas tinggi (> 2.500.000 m³/ tahun). Pemanfaatan tinggi meliputi Kecamatan Palu Timur dengan jumlah pemanfaatan sejumlah 9.170,27 m³/hari (3.347.148,55 m³/tahun) dan Kecamatan Palu Selatan berjumlah 7.958,14 m³/hari (2.904.721,10 m³/tahun). Pemanfaatan air untuk domestik dengan klas sedang berada di

Kecamatan Palu Barat, sejumlah 6.586,72 m³/hari (2.404.152,80 m³/tahun). Pemanfaatan air dengan klas rendah untuk domestik terdapat di Kecamatan Palu Utara sejumlah 2.611,66 m³/hari (953.255,90 m³/tahun), disajikan di Tabel 5.

Pola Arah Spasial Ekologiikal Pemanfaatan Airtanah Untuk Domestik

Pola arahan spasial pemanfaatan airtanah untuk domestik didasarkan pada neraca keseimbangan antara ketersediaan dan kebutuhan (supply and demand). Penentuan pola arahan spasial pemanfaatan airtanah untuk kebutuhan domestik di Kota Palu, dengan mempertimbangkan konsep dan strategi kepadatan penduduk seperti yang tertuang dalam RT/RW Kota Palu tahun 2006 – 2025 (Bappeda Kota Palu, 2006). Konsep yang diambil adalah dengan membagi tiga kawasan perkotaan menjadi wilayah: pusat kota, daerah transisi, dan daerah pinggiran. Berdasarkan perbedaan karakteristik airtanah maka CAT Palu dikelompokkan atas beberapa klas zona penurunan airtanah sebagai berikut.



Gambar 4. Grafik Prediksi Kebutuhan Air Bersih Untuk Domestik Berdasarkan Hasil Penelitian di Kota Palu Tahun 2007 - 2017 (Hasil Analisis Data Wawancara dengan Responden Pemakai Air, 2010)

Zona Penurapan I. Zona ini merupakan zona penurapan airtanah klas sedang – tinggi. Kelompok airtanah pada zona ini dapat dimanfaatkan, tanpa faktor penghambat. Zona ini cocok dikembangkan untuk daerah perkotaan. Di zona ini wilayah yang merupakan kawasan pusat kota, antara lain: di Kecamatan Palu Timur (Kelurahan Besusu Barat, Tengah dan Timur) dan di Kecamatan Palu Barat (Kelurahan Baru, Siranindi, dan Ujuna) dengan jumlah kepadatan penduduk + 234 jiwa/ha.

Zona Penurapan II. Zona ini merupakan zona penurapan airtanah klas sedang. Tingkat potensi airtanah di daerah ini pada umumnya sedang – tinggi. Potensi airtanah pada zona ini dapat dimanfaatkan dengan jumlah terbatas, karena adanya faktor – faktor penghambat yang bersifat lokal, seperti: muka freatik dan muka piezometrik yang dalam, kedalaman dan ketebalan akuifer, nilai permeabilitas dan produktivitas akuifer (Q_s dan Q_{opt}) yang sedang – rendah. Agihan potensi airtanah di Kecamatan Palu Selatan di bagian timur dan barat. Di CAT bagian timur meliputi daerah: Birobuli Selatan, Petobo, Birobuli Utara, Tatura Utara, Tatura Selatan, Lolu Selatan,

Lolu Utara dan Tanamodindi. Di bagian barat, meliputi daerah: Pengawu, Tavanjuka, dan Palupi. Berdasarkan jumlah kepadatan penduduk dikategorikan sebagai daerah transisi, dengan kepadatan penduduk +153 jiwa/ha. Dengan demikian zona ini cocok dikembangkan untuk daerah permukiman dan pertanian.

Zona Penurapan III. Zona ini merupakan zona penurapan airtanah dengan potensi yang sangat terbatas, meliputi sebagian CAT bagian timur dan bagian barat. Di bagian timur meliputi Kecamatan: Dolo, Biromaru, dan Gumbasa sedangkan di bagian barat Kecamatan: Marawola, Dolo Barat dan Dolo Selatan. Pemanfaatan airtanah pada zona ini sangat terbatas, dengan faktor penghambat produktivitas dan kualitas airtanah yang rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini, semua daerah yang tidak termasuk Kota Palu, dikategorikan sebagai zona penurapan III, dengan pertimbangan satuan hidromorfologi dan hidrogeologi wilayah. Di zona ini setempat juga ditemui potensi airtanah tinggi seperti di Kecamatan Biromaru dan Marawola. Zona ini cocok dikembangkan untuk permukiman perdesaan, pertanian, dan

Tabel 4. Pemanfaatan Airtanah Untuk Domestik Berdasarkan Hasil Penelitian Jumlah Kebutuhan Air Bersih di Kota Palu Tahun 2007 - 2017

No	Agihan Kecamatan / Kelurahan	Pemanfaatan Aktual		Prediksi Kebutuhan			
		Tahun 2007		Tahun 2009		Tahun 2017	
		Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)	Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)	Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan (m ³ /hari)
Kecamatan Palu Utara							
1	Mamboro	7.833	548,31	8.115	568,05	9.321	652,49
2	Taipa	3.755	262,85	3.890	272,31	4.176	292,29
3	Kayumalue Pajeko	2.915	204,05	3.020	211,40	3.241	226,90
4	Kayumalue Ngapa	3.332	233,24	3.452	241,64	3.705	259,36
5	Panau	3.554	248,78	3.682	257,74	3.952	276,64
6	Lambara	2.558	179,06	2.650	185,51	2.844	199,11
7	Baiya	4.048	283,36	4.194	293,56	4.501	315,10
8	Pantoloan	8.018	561,26	8.307	581,47	8.916	624,12
	Jumlah	36.013	2.520,91	37.309	2.611,66	40.657	2.846,02
Kecamatan Palu Timur							
1	Besusu Barat	15.304	1.989,52	15.717	2.043,24	17.447	2.268,05
2	Besusu Tengah	8.730	1.134,90	8.966	1.165,54	9.952	1.293,79
3	Besusu Timur	8.952	1.163,76	9.194	1.195,18	10.205	1.326,69
4	Talise	16.204	2.106,52	16.642	2.163,40	18.473	2.401,43
5	Lasoani	5.915	768,95	6.075	789,71	6.743	876,60
6	Poboya	1.316	171,08	1.352	175,70	1.500	195,03
7	Tondo	9.934	1.291,42	10.202	1.326,29	11.325	1.472,22
8	Layana Indah	2.331	303,03	2.394	311,21	2.657	345,45
	Jumlah	68.686	8.929,18	70.541	9.170,27	78.302	10.179,27
Kecamatan Palu Selatan							
1	Pengawu	5.366	375,62	5.613	392,90	6.708	469,53
2	Tawanjuka	2.594	181,58	2.713	189,93	3.243	226,98
3	Palupi	6.485	453,95	6.783	474,83	8.106	567,44
4	Birobuli Selatan	8.494	594,58	8.885	621,93	10.618	743,23
5	Petobo	5.451	381,57	5.702	399,12	6.814	476,96
6	Kawatuna	2.872	201,04	3.004	210,29	3.590	251,30
7	Birobuli Utara	14.065	984,55	14.712	1.029,84	17.581	1.230,69
8	Tatura Utara	17.616	1.233,12	18.426	1.289,84	22.020	1.541,40
9	Tatura Selatan	9.295	650,65	9.723	680,58	11.619	813,31
10	Lolu Selatan	13.407	938,49	14.024	981,66	16.759	1.173,11
11	Lolu Utara	12.015	841,05	12.568	879,74	15.019	1.051,31
12	Tanamodindi	11.028	771,96	11.535	807,47	13.785	964,95
	Jumlah	108.688	7.608,16	113.688	7.958,14	135.860	9.510,20
Kecamatan Palu Barat							
1	Duyu	4.615	323,05	4.767	333,71	5.400	377,97
2	Boyaoge	5.535	387,45	5.718	400,24	6.476	453,32
3	Nunu	6.589	461,23	6.806	476,45	7.709	539,64
4	Ujuna	9.078	635,46	9.378	656,43	10.621	743,49
5	Baru	5.555	388,85	5.738	401,68	6.499	454,95
6	Siranindi	7.119	498,33	7.354	514,77	8.329	583,05
7	Kamonji	8.462	592,34	8.741	611,89	9.901	693,04
8	Balaroa	12.194	853,58	12.596	881,75	14.267	998,69
9	Donggala Kodi	8.225	575,75	8.496	594,75	9.623	673,63
10	Kabonena	2.960	207,20	3.058	214,04	3.463	242,42
11	Lere	9.783	684,81	10.106	707,41	11.446	801,23
12	Silae	3.697	258,79	3.819	267,33	4.325	302,78
13	Tipo	2.707	189,49	2.796	195,74	3.167	221,70
14	Buluri	2.846	199,22	2.940	205,79	3.330	233,09
15	Watusampu	1.725	120,75	1.782	124,73	2.018	141,28
	Jumlah	91.090	6.376,30	94.096	6.586,72	106.575	7.460,27
	Kota Palu	304.477	25.434,55	315.634	26.326,78	361.395	29.995,76

Sumber: Hasil Analisis Data Wawancara dengan Responden Pemakai Air, 2010

Tabel 5. Zona Pemanfaatan Air Untuk Kebutuhan Domestik di Kota Palu

Klas Pemanfaatan (m ³ /tahun)	Agihan Kecamatan	Jumlah Pemanfaatan (m ³ /tahun)
Klas rendah (<1.000.000)	Palu Utara	953.255,90
Klas sedang (1.000.000 – 2.500.000)	Palu Barat	2.404.152,80
Klas tinggi (> 2.500.000)	Palu Timur	3.347.148,55
	Palu Selatan	2.904.721,10

Sumber: Hasil Analisis Data Kebutuhan Air Untuk Domestik, 2010

daerah imbuhan air hujan (recharge area). Berdasarkan jumlah kepadatan penduduk, zona ini dikategorikan sebagai daerah pinggir, dengan jumlah kepadatan penduduk + 65 jiwa/ha.

KESIMPULAN

Tingkat potensi kuantitatif airtanah bebas rata-rata sedang (1,0 – 5,0 liter/detik), mataair kecil (< 5,0 liter/detik) dan besar (>10,0 liter/detik), dan airtanah tertekan besar rata-rata > 10,0 liter/detik namun di beberapa tempat bernilai nihil (tidak ada data pengukuran).

Kebutuhan air bersih di daerah perkotaan (Kecamatan Palu Timur) pada tahun 2017 diperkirakan akan lebih tinggi daripada di daerah perdesaan (Kecamatan Palu Selatan dan Palu Barat).

Agihan spasial ekologis, zona penurunan airtanah terdiri atas: 1). zona penurunan I: potensi airtanah sedang - tinggi di Kecamatan Palu Timur dan Palu Barat (pusat kota), 2). zona penurunan II: potensi airtanah sedang di Kecamatan Palu Selatan (daerah transisi), dan 3). zona penurunan III: potensi airtanah sangat terbatas, agihan di daerah yang tidak termasuk daerah arahan penurunan, yaitu Kecamatan Palu Utara, Kabupaten Donggala dan Sigi (daerah pinggir). Daerah ini disarankan sebagai daerah imbuhan airtanah (recharge area) berdasarkan karakteristik airtanah pada satuan hidromorfologi dan hidrogeologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari disertasi penulis yang sudah diselesaikan pada 24 Maret 2010, yang berjudul: Agihan Spasial Potensi Airtanah di Cekungan Airtanah Palu

Provinsi Sulawesi Tengah. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada tim pembimbing (Prof. Dr. Sudarmadji, M.Eng, Sc, Prof. Dr. A.J. Suhardjo, MA, dan Prof. Dr. Suratman, M.Sc), atas bimbingan yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda. 2006. Rencana Tata Ruang Kota Palu Tahun 2006 – 2025. *Laporan Hasil Revisi*. Bappeda Kota Palu.
- Bintarto, H.R. 1991. *Geografi Konsep dan Pemikiran*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Chapman, K. 1979. *People, Pattern, and Process: An Introduction to Human Geography*. Edward Arnold. London.
- Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral. 2001. *Penataan Zona Konservasi Air Bawah Tanah di Kabupaten Nganjuk. Laporan Akhir*. Dinas Energi dan Sumberdaya Mineral Provinsi Jawa Timur Kerjasama dengan Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Gabler, R.E, Petersen, J.E., and Trapasso, L.M. 2007. *Essensial of Physical Geography*. Thompson Brooks, California.
- Hadian, M.S.D, Mardiana, U., dan Abdurahman, O. 2006. Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Airtanah di Kecamatan Batuceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang, Provinsi Banten. *Jurnal Geologi Indonesia, Vol.1 No.3 September 2006:115-128*. Pusat Geologi Lingkungan. Bandung.

- Haggett, P. 1970. *Locational Analysis in Human Geography*. Harper and Row Publisher. London.
- Haryono, E. 2008. Metodologi Geografi Fisik. *Seminar Nasional Filsafat Sains Geografi*. Fakultas Geografi UGM. 12 Juli 2008. Yogyakarta.
- Notosiswoyo, S. 2002. Penerapan Metode Drastic Untuk Pendugaan Daerah Imbuhan Airtanah Bebas (Dengan Kasus Endapan Aluvial/Vulkanik Pada Daerah Tropis). *Bulletin Geologi Vol. 34. No. 2*. Departemen Teknik Geologi. FIKTM - ITB. Bandung.
- Pusat Lingkungan Geologi, 2007. *Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Airtanah*. Pusat Lingkungan Geologi. Bandung.
- Rahardjo. 2009. *Masyarakat Perdesaan di Indonesia*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Reed, B.J. 2008. Jumlah Air Minimal Yang Dibutuhkan Untuk Keperluan Rumah Tangga. WHO Regional Office For South East Asia. New Delhi. Diterima 15 Juli 2009, dari <http://www.whosea.org>.
- Rijanta, R. 2009. Diversifikasi Perdesaan di Daerah Istimewa Yogyakarta: Pengalaman Empirik di 5 Desa. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Sasongko. 1969. *Teknik Sumberdaya Air*. Airlangga. Jakarta.
- Siola, F.X. (1979). Materi Pembangunan dan Pengembangan Desa Terpadu. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sutikno. 1992. Pendekatan Geomorfologikal Untuk Kajian Airtanah Dangkal Daerah Perbukitan Sangiran, Sragen, Jawa Tengah. *Laporan Penelitian*. Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- _____. 2005. Peran Geografi Dalam Pengelolaan Sumberdaya Air. *Prosiding Seminar Nasional*. UMS. 23 - 24 September 2005. Surakarta.
- The Sphere Project. 2004. Humanitarian Charter and Minimum Standards in Disaster Response. The Sphere Project: Geneva, Switzerland. Diterima 27 Juni 2009, dari <http://www.sphereproject.org>.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Willey and Sons, Inc. New York.
- Verstappen, H.Th. 1983. *Applied Geomorphology*. Geomorphological Surveys for Environmental Development. Elsevier Amsterdam Oxford New York.
- Walton, W.C. 1970. *Groundwater Resources Evaluation*. Mc. Graw Hill Company. New York.
- Yunus, H.S. 2004. Pendekatan Utama Geografi, Acuan Khusus Pada Pendekatan Keruangan, Ekologis, dan Kompleks Wilayah. *Makalah Ceramah Pada Stadium General*. Jurusan Geografi - FIS - UNS. 24 Maret 2004. Semarang.