

Air Tanah Dangkal Sebagai Sumber Air Bersih Kota Palangka Raya

Sari Marlina

Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Muhammadiyah Palangkaraya

*email: sarimarlina9898@gmail.com

ABSTRAK. Akhir tahun 2004, PDAM Kota Palangkaraya baru mensuplai 26% kebutuhan air bersih penduduk kota. Untuk pemenuhan kebutuhan air rumah tangga sebagian besar penduduk menggunakan air tanah dengan cara membuat sumur dengan kedalaman berkisar antara 12 sampai 30 m (dangkal). Untuk mengetahui karakteristik hidrokimia airtanah dangkal dalam hubungannya dengan tingkat risiko kemungkinan terjadinya pencemaran air tanah dangkal dari limbah rumah tangga telah dilakukan pendataan geologi, pengalaman dan pengukuran sifat fisik dan kimia air di lapangan dan analisis laboratorium. Akuifer air tanah dangkal di daerah penelitian tersusun dari satuan pasir kuarsa bersifat lepas (unconsolidated sand) berukuran sedang sampai sangat kasar. Terdapat tiga lapisan akuifer di daerah ini mulai kedalaman 10 m dari permukaan tanah setempat sampai kedalaman 70 m. Antara lapisan akuifer diselingi lapisan lempung atau kaolin yang sifatnya padat menerus. Sejauh parameter yang dianalisis dari beberapa contoh air secara umum menggambarkan bahwa kualitas air masih memenuhi syarat sebagai bahan baku air rumah seperti dipersyaratkan dalam keputusan Menteri Kesehatan RI No.416 Tahun 1990. Namun demikian dari data ammonia yang terdeteksi di seluruh sumur yang disurvei dan ditemukannya bakteri coli pada sejumlah sumur (Uosawo, 2006) maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kontaminasi limbah rumah tangga pada air tanah dangkal. Bau busuk dan kekeruhan (milky water) adalah persoalan lain yang perlu dicari solusi agar air tanah aman digunakan sebagai air rumah tangga.

Kata kunci: air tanah, tatanan akuifer, pencemaran

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan vital makhluk hidup dan juga untuk menjaga kelestarian lingkungan. Tingkat keterpenuhan kebutuhan air bagi suatu kegiatan ditentukan oleh jumlah yang dapat disediakan dan kesesuaian kualitas air yang dipasok. Setiap jenis penggunaan air memerlukan kriteria tertentu. Air untuk keperluan rumah tangga harus memenuhi syarat air baku seperti diatur dalam KEPMENKES RI No. 416 Tahun 1990.

Data tahun 2004 menunjukkan PDAM kota Palangkaraya, Kalimantan Tengah baru bisa mensuplai sekitar 26 % kebutuhan air

bersih bagi penduduk kota dengan jumlah pelanggan sebanyak 11.927 sambungan. Sebagian besar kebutuhan air bersih rumah tangga bagi penduduk tersebut dipenuhi dari air tanah yakni dengan membuat sumur dangkal dengan kedalaman berkisar antara 12 sampai 30 m.

Secara geografis kota Palangkaraya terletak pada : 113°20' – 114°07' Bujur Timur dan 1°35'–2°25' Lintang Selatan (Gambar 1) dengan luas wilayah 2.678,51 km² (267.851 ha). Berdasarkan Data Statistik th. 2004 kota Palangkaraya dihuni oleh 182.264 jiwa (44.552 KK) yang tersebar

dalam 5 kecamatan: Pahandut, Jekan Raya, Sebangau, Bukit Batu, dan Rakumpit dengan kepadatan penduduk rata-rata 62,89 jiwa tiap km². Adapun lokasi penggunaan lahan seperti diatur dalam rencana umum tata ruang wilayah adalah sebagai hutan, pertanian, pekarangan, perkebunan, rawa, sungai, danau.

Aktivitas perekonomian di kota ini terutama didominasi oleh jasa perdagangan, pemerintahan, pendidikan, pertanian, dan transportasi. Belum ada kegiatan industri besar di kota ini. Industri yang ada adalah berupa industri rumah tangga seperti kerajinan anyaman, pertukangan, dan kerajinan emas. Penambangan pasir untuk bahan bangunan juga dilakukan di beberapa lokasi. Mengingat bahwa air tanah dangkal merupakan sumber utama pemenuhan kebutuhan air rumah tangga penduduk kota Palangkaraya maka perlu dilakukan pendataan tentang potensi dan kualitas air tanah yang ada. Untuk itu telah dilakukan penelitian tentang geologi, tata guna lahan, tatanan akuifer dan kualitas air tanah dangkal di kotaini. Tulisan ini merupakan bagian dari hasil penelitian dimaksud.

METODE PENELITIAN

Karakteristik kimiawi air tanah dan hubungannya dengan kemungkinan terjadinya pencemaran air tanah dari limbah rumah tangga dilakukan dengan pendataan geologidan pemeriksaan kimia air di lapangan dan laboratorium. Pengujian karakteristik kimia air tanah dilakukan terhadap sifat fisik di lapangan seperti pH, suhu, pemeriksaan bau dan warna serta sistem sanitasi. Analisis laboratorium terhadap contoh air dilakukan untuk mengetahui kandunage unsur utama dan ion pitrat serta nitrit terlarut datam air.

Pendataan geologi dilakukan untuk mengetahui tatanan akuifer air tanah dangkal apakah termasuk tipe air tanah tertekan (*confined aquifer*) atau air tanah bebas (*unconfinedaquifer*). Gambaran geologi bawah permukaan dan tatanan akuifer diperoleh dengan menganalisis hasil pemboran dangkal berupa cutting dan lumpur pemboran dan menggunakan data sekunder hasil pemboran eksplorasi air tanah Dinas Pertambangan (1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi

Secara regional daerah penelitian termasuk lembar peta Palangkaraya dan Pambuang. Endapan kuarter berupa alluvial (Qa), dan endapan sedimen berumur Mio-Pliosen dari formasi Dahor (TQd) serta batuan granit (Kgr) menyusun daerah ini. Menurut Nila (1995) formasi Daho terdiri atas konglomerat berselingan dengan batu pasir dan batu lempung agak lunak, tebalnya bisa mencapai 300 m. Adapun alluvial terdiri atas gambut, pasir lepas, lempung abu-abu sangat lunak, dan lempungkaolinan, tebalnya diperkirakan mencapai 100 m.

Geologi detail bawah permukaan diperoleh dari data hasil pemboran eksplorasi air yang dilakukan oleh Direktorat Geologi Tata Lingkungan (1976) dan pengamatan langsung di lapangan serta berdasarkan hasil pemboran dangkal, Data bor Sub.Dit GTH, Dit. Geologi (1976) yangmelakukan pemboran sampai kedalaman 90 m pada beberapa tempat di kota Palangkaraya menunjukkan sampai kedalaman 70 m litologi penyusun didominasi oleh satuan pasir kuarsa lepas dengan sisipan lempung dan di bawah kedalaman 70 m pada umumnya didominasi lapisan lempung.

Secara lateral sisipan lempung pada satuan pasir kuarsa (pada kedalaman antara 0 sampai 70 m) dari data bor tersebut terlihat penyebaran tidak menerus. Sisipan lempung ditemukan pada kedalaman yang berbeda antara satu bor dengan bor lainnya sehinggadapat disimpulkan bahwa penyebarannya adalah tidak menerus. Kedalaman sisipan ini bervariasi yakni dijumpai di antara kedalaman10 m atau 20 m, 40 m dan 50-60 m dari muka tanah setempat.

Pengamatan terhadap cutting dari pemboran dangkal sampai kedalaman16 m yang dilakukan di beberapa tempat di kota Palangkaraya seperti di Kampung Bukit Hindu, Jalan Banteng dan Tengkingling menunjukkan litologi bawah permukaan di daerah ini didominasi oleh satuan pasir kuarsa (lihat Gambar 1), Batuan yang ditemukan terdiri atas pasir kuarsa, pasir kuarsa tercampur kaolin, pasir kuarsa tersementasi, dan sisipan lempung kaolinan. Pasir kuarsa

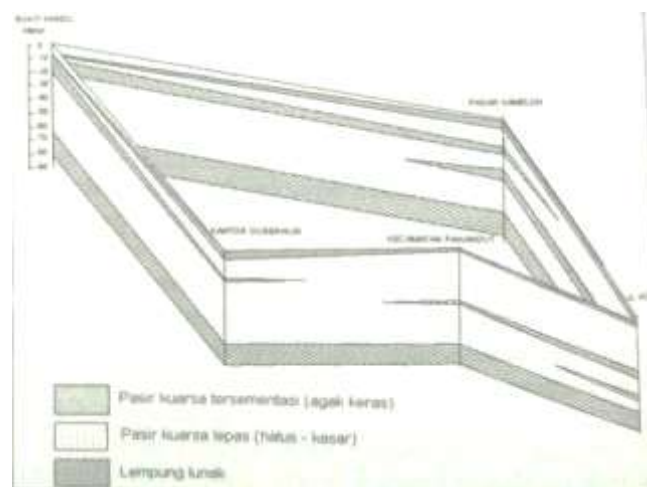
berifat lepas dengan ukuran butir halus sampai sangat kasar memiliki sortasi buruk sampai baik. Di permukaan setempat masih dijumpai gambut dengan warna coklat kehitaman terdiri atas material organik/sisa tumbuhan. Pasir kuarsa tersementasi dijumpai di bagian atas pada kedalaman 0- 2,25 m dan setempat dijumpai pada kedalaman 4,5 m dengan ketebalan 2.3 cm.

Iklm

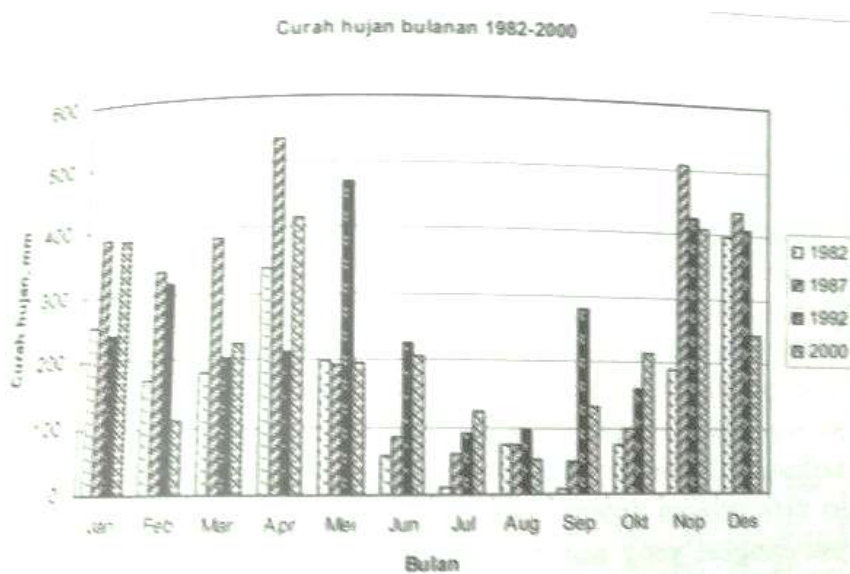
Daerah penelitian mempunyai sifat iklim tropis. Karena Palangkaraya terletak di sekitar

garis khatulistiwa sehingga mempunyai curah hujan yang tinggi Berdasarkan tipe curah hujan, Usup dkk, (2001), mengklasifikasikan iklim di daerah ini termasuk tipe A menurut klasifikasi iklim Koepon.

Musim hujan pada umumnya berlangsung antara November sampai Mei dan musim kemarau berlangsung antara Juni sampai Oktober. Namun distribusi hujan di daerah ini sering tidak teratur (Gambar 2). Temperatur udara berkisar antara maksimum 36°C dan minimum 20°C.



Gambar 1. Skematik geologi bawah permukaan berdasarkan data log bor



Gambar 2. Rata-rata curah hujan bulanan di stasiun Cilik Riwut, Palangkaraya

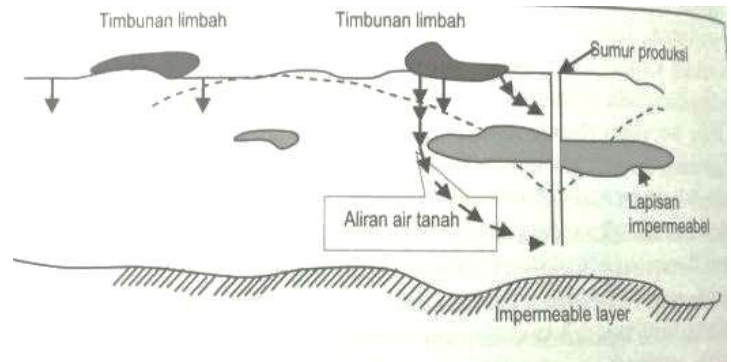
Tatanan Akuifer

Tatanan akuifer akan menentukan sistem pergerakan air dalam tanah. Pada sistem air tanah tertekan (*confined aquifer*), air hujan yang jatuh di lokasi kajian tidak akan mengisi air tanah yang ada di bawahnya. Sedangkan pada sistem akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*) atau akuifer bocoran (*leaky aquifer*), air hujan setempat akan mengisi air tanah yang ada di bawahnya. Pada Gambar 2 diperlihatkan sketsa sistem lapisan batuan bawah permukaan yang ada di wilayah kajian yang dibuat berdasarkan data log bor pemboran eksplorasi air tanah oleh Sub-Direktorat Geologit teknik-Hidrologi, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi (1976). Dari gambar ini dapat dilihat bahwa lapisan akuifer yang berupa pasir kuarsa dapat ditemukan pada tiga lapisan mulai dari permukaan sampai kedalaman 70 m.

Pasir kuarsa bersifat lepas (*unconsolidated rock*) bertindak sebagai akuifer yang dapat menampung dan meloloskan air dalam jumlah yang berarti. Uji pemompaan yang pernah dilakukan Sub-Direktorat Geologit teknik-Hidrologi, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi (1976) sumur eksplorasi yang dibuat dapat menghasilkan debit antara 0,5 l/detik sampai 4,5 M/detik. Lapisan pasir kuarsa yang berfungsi sebagai akuifer dangkal umumnya dijumpai mulai kedalaman 10 m dari permukaan tanah setempat. Secara garis besar ada tiga kelompok (kedalaman) lapisan batuan yang dapat bertindak sebagai akuifer yaitu kedalaman 10-30 m, kedalaman 40-50 m, dan pada 55-70 m. Yang memisahkan antara lapisan akuifer adalah lapisan lempung dan/atau kaolin dan juga lapisan pasir yang tersementasi material organik atau oksida besi. Namun demikian, berdasarkan letak kedalaman lapisan ini pada beberapa log bor yang ternyata tidak berada pada kisaran kedalaman yang sama maka diperkirakan bahwa lapisan lempung dan kaolin bersifat tidak menerus.

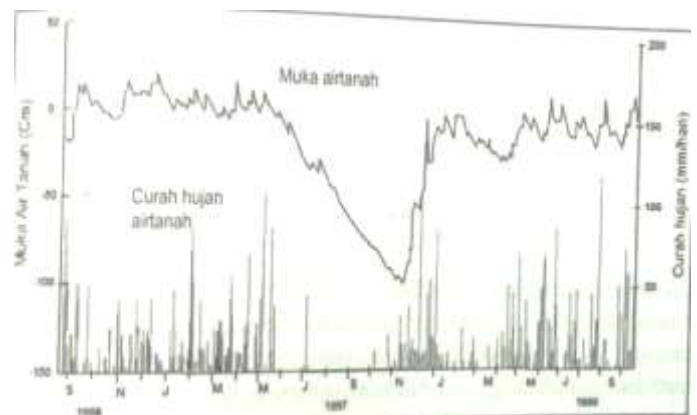
Dari data geologi seperti disebutkan di atas maka tatanan akuifer air tanah dangkal yang ada di kota Palangkaraya diperkirakan

berupa akuifer tidak tertekan (*unconfined*) atau akuifer bocoran (*leaky aquifer*) (Gambar 3). Dengan tatanan akuifer seperti ini maka dapat diduga bahwa air tanah dangkal mendapat imbuhan dari air hujan yang jatuh di kota Palangkaraya.



Gambar 3. Sketsa hipotesis sistem air tanah dangkal kota Palangka Raya

Selain berdasarkan data geologi, sistem atau tatanan akuifer juga dapat diperkirakan dari data fluktuasi muka air tanah dan data curah hujan. Untuk air tanah dangkal tidak tertekan fluktuasi muka air tanahnya akan sangat dipengaruhi oleh fluktuasi curah hujan. Muka air tanah akan bergerak naik setelah adanya curah hujan yang cukup besar. Takahashi dkk (2000) melaporkan rekaman perubahan muka air tanah salah satu sumur pantau dikaitkan dengan data curah hujan (Gambar 4). Dari gambar ini terlihat bahwa fluktuasi muka air tanah sesuai dengan fluktuasi curah hujan yang direkam di Universitas Palangkaraya.



Gambar 4. Perubahan muka air tanah dangkal dan data curah hujan (Takahashi 2000)

Ini menandakan bahwa air tanah dangkal di kota Palangkaraya mendapat imbuhan dari air hujan yang jatuh di kota Palangkaraya. Memang pengisian air tanah dangkal di kota Palangkaraya tidak hanya berasal dari air hujan setempat, tetapi juga bisa mendapat imbuhan aliran air regional (dari wilayah pegunungan) seperti disimpulkan oleh Tanakan dkk (2000). Namun demikian, melihat hubungan antara fluktuasi muka air tanah dan curah hujan seperti diperlihatkan pada Gambar 4 dapat diduga bahwa imbuhan dari curah hujan setempat cukup signifikan mempengaruhi perubahan muka air tanah dangkal. Jadi, dapat dikatakan bahwa tatanan akuifer air tanah dangkal kota Palangkaraya bukan air tanah tertekan (*confined aquifer*) tetapi sistem airtanah tidak tertekan (*unconfined aquifer*) atau akuifer bocoran (*leaky aquifer*). Karena tatanan akuifernya seperti ini maka air tanah dangkal mempunyai tingkat risiko yang besar untuk tercemar dari limbah hasil kegiatan rumah tangga dan kegiatan lainnya di kota Palangkaraya.

Kimia air

Secara umum air tanah dangkal di kota Palangkaraya memperlihatkan ciri khas daerah gambut yaitu pH rendah (3,5-6,3). Pada Tabel 1 disajikan data hasil pengukuran lapangan. Namun demikian, pH air ini dengan mudah dapat ditingkatkan dengan menambahkan kapur. Ciri lainnya adalah daya hantar listrik (DHL) rendah yang menggambarkan kandungan ion-ion terlarut dalam air yang rendah. Rendahnya kandungan ion-ion terlarut dalam air selain ditentukan oleh lapisan gambut yang ada dipermukaan juga ditentukan oleh lapisan akifer yang sebagian besar terdiri atas pasir kuarsa.

Masalah lain yang teramati adalah warna dan bau. Di beberapa lokasi air tanah dangkal agak keruh dan berwarna keputihan (*milky*). Data lain yang juga membatasi penggunaan air tanah sebagai air untuk kebutuhan rumah tangga adalah adanya bau seperti telur busuk (H_2S).

Secara umum kandungan ion-ion masih berada dalam batas ambang untuk keperluan air rumah tangga (KEPMENKES RI No. 416

Tahun1990) kecuali kandungan ion besi. Kandungan besi (Fe) di sebagian besar lokasi menunjukkan nilai di atas kadar maksimum yang diperbolehkan (0.3 mg/l), kecuali di empat lokasi yakni PKY-2, PKY-8, PKY-10, PKY-14 seperti diperlihatkan dalam Gambar 5. Kandungan ion Fe dalam air di alam pada umumnya kecil. Kadar Fe tinggi selain diduga berasal dari peluruhan senyawa Fe yang terkandung di dalam batuan juga dapat berasal dari gambut. Besi merupakan unsur penting dalam tumbuhan sebagai bahan pembentuk gambut. Selain berasal dari pelarutan Fe yang berenda dalam batuan dan gambut, Fe dalam air di kota Palangkaraya juga bisa berasal dari hasil pelindian limbah mengingat air yang ada bersifat asam (pH rendah) dan banyaknya limbah padat dari bahan besi yang tersebar di permukaan tanah.



Gambar 5. Kandungan ion besi dalam air tanah dangkal

Ion nitrat dan nitrit yang merupakan indikasi adanya pencemaran dari limbah domestik hanya terdeteksi pada beberapa contoh dalam jumlah yang kecil. Namun demikian, ion ammonium (NH_4^+) terdeteksi pada semua sumur walaupun dalam jumlah yang relatif kecil. Ini menandakan bahwa telah terjadi pencemaran air tanah dangkal dari limbah rumah tangga. Rendahnya kandungan ion nitrate, nitrit, dan ammonium dalam contoh air tanah dangkal dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti jumlah/kepadatan penduduk dan besarnya curah hujan. Curah hujan tahunan di kota Palangkaraya termasuk tinggi berkisar dari 1950,8 mm sampai 3337,1 mm (Gambar 2).

Curah hujan yang tinggi ini dapat mengencerkan konsentrasi pollutant.

Faktor kedua yang bisa menyebabkan rendahnya tingkat pencemaran limbah domestik di kota Palangkaraya ini adalah kepadatan penduduk yang relatif rendah. Kepadatan penduduk rata-rata kota Palangkarayanya 62,89 jiwa/km².

Adapun kepadatan tertinggi terdapat di Desa Langkai, Kecamatan Pahandut dengan kepadatan 210,5 jiwa/km².

Menurut WHO kepadatan penduduk perkotaan yang ideal adalah 96 jiwa/km². Tabel 1 berikut menunjukkan data pengamatan dan pengukuran lapangan parameter air.

Tabel 1. Data pengamatan dan pengukuran lapangan parameter air

Kode contoh	Jenis sumber	Ked.(m)	Lokasi	pH	DHL	Temp.	Warna	Bau
PKY-1	SBP I	12	Bukit Hindu	4.5	90	29.2	Keruh	Bau
PKY-2	SBP II	12	Bukit Hindu	4.7	110	28.9	Tidak	Bau
PKY-3	SB	12	Jl. Tingang	4.7	10	28.6	Tidak	Bau
PKY-4	AP		Jl. Tingang	3.9	40	29.1	Kecoklatan	Tidak
PKY-5	SB		PAL 15, Tangkiling	4.4	10	29.9	Tidak	Bau
PKY-6	AP		PAL 15, Tangkiling	3.5	180	29.2		
PKY-7	SBP III	16	PAL 15, Tangkiling	4.5	10	28.5		
PKY-8	SBP IV	11.5	Jl. Jawa	5.3	180	30.1		
PKY-9	SB		Jl. Bakti I No. 7B	4.4	30	28.6	Tidak	Bau
PKY-10	SB	15	Jl. Bali No. 7 B	5.2	240	28.9		
PKY-11	SB	15	Jl. Nyai Rendem	4.4	10	30.2	Tidak	Bau
PKY-12	SB	12	Jl. Cut Nyak Dien	4.6	10	28.8		
PKY-13	SG	1	Jl. Gajah Mada	6.3	110	28.9		
PKY-14	SB		Bukit Hindu	5.5	80	29.7		
PKY-15	SB		Jl. Garuda X No. 26	4.5	10	28.5		
PKY-16	SB	12	Mes Tambang, Kalamangan	4.4	10	28.6		

Keterangan: SBP=sumur pantau, SB=sumur penduduk, AP=air permukaan

Selain berdasarkan data analisis kimia, indikasi adanya pencemaran pada air tanah dangkal di kota Palangkaraya juga ditunjukkan dengan adanya bakteri. Pengamatan yang dilakukan oleh Utosawa dkk pada sejumlah sumur penduduk sejak tahun 1999 (Utosawa dkk., 2002, 2004) menemukan bahwa bakteri koli dan bakteri lainnya terdeteksi pada sejumlah sumur penduduk.

Ketersediaan Air untuk Rumah Tangga

Ketersediaan air adalah terpenuhinya kebutuhan air dalam jumlah dan kualitas sesuai kebutuhan. I ada Gambar 6 disajikan data perkembangan jumlah penduduk dan pelanggan PDAM dan pada Tabel 2 diperlihatkan persentase rumah tangga yang tersambung jaringan air PDAM.

Terlihat bahwa kemampuan PDAM dalam penyediaan air bersih masih sangat mudah. Pada tahun 2004 hanya 26,43% rumah tangga yang terlayani air bersih oleh PDAM. Ini mengindikasikan bahwa air tanah merupakan sumber air bersih yang sangat penting bagi pemenuhan air rumah tangg penduduk kota Palangkaraya. Bahkan terlihat bahwa persentase rumah tangga yang tersambung jaringan PDAM pada tahun 2004 menurun dibandingkan dengan tahun 2003. Walaupun secara kuantitatif jumlah rumah tangga yang tertayani meningkat dari 10.597 sambungan pada tahun 2003 menjadi 11.777 pada tahun 2004 tetapi tidak sebanding dengan pertambahan jumlah penduduk.



Gambar 6. Perkembangan jumlah penduduk dan pelanggan PDAM kota Palangkaraya

Potensi air tanah ditentukan oleh porositas akifer, ketebalan serta penyebaran lateralnya. Akifer terdapat di seluruh areal kota Palangkaraya dengan ketebalan berkisar antara 7 sampai 42 m. Berdasarkan uji pemompaan yang dilakukan oleh Sub-Direktorat Geologiteknik - Hidrologi, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi (1976) sumur eksplorasi yang dibuat dapat menghasilkan debit antara 0.5 l/detik sampai 4.5 l/detik. Dari data ini maka dapat diperkirakan bahwa ketersediaan air tanah cukup banyak untuk penduduk kota Palangkaraya. Pada umumnya debit sumur makin kecil pada lokasi yang makin dekat dengan Sungai Kahayan.

Memperhatikan data curah hujan (Gambar 3) dan penyebaran lapisan akuifer yang meliputi hampir seluruh wilayah kota dan juga jenis akuifer yang terdiri atas lapisan pasir berukuran sedang sampai kasar serta ketebalan yang mencapai lebih dari 10 m, kepadatan penduduk yang masih kecil (kepadatan tertinggi terdapat di Desa Langkai. Kecamatan Pahandut dengan kepadatan 2010,5 jiwa/km²) dan juga tingkat pertumbuhan penduduk yang relatif rendah (lihat Tabel 2) maka dapat diperkirakan, secara kuantitatif air tanah dangkal tersedia cukup untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi penduduk kota Palangkaraya. Tabel 2 berikut menunjukkan jumlah penduduk dan persentase rumah tangga (RT) yang tersambung jaringan PDAM.

Tabel 2. Jumlah penduduk dan persentase rumah tangga (RT) yang tersambung jaringan PDAM

Tahun	Penduduk	Keluarga	RT tersambung jaringan PDAM	% RT tersambung jaringan PDAM
2004	182,264	44,552	11,777	26.43
2003	168,449	37,405	10,597.0	28.33
2002	179,732	43,650	10,009.0	22.93
2001	171,714	42,491	9,123.0	21.47
2000	164,906		8,287.0	

(Sumber: BPS Palangkaraya 2004 dan laporan PDAM 2005)

Demikian juga secara kimiawi, air tanah di kota Palangkaraya memenuhi persyaratan sebagai air bersih. Namun demikian, adanyadata bakteri dalam contoh air mengindikasikan bahwa air tanah dangkalmengalami kontaminasi dari hasil pelindian limbah rumah tangga/perkotaan. Terdeteksinya unsur amonia (NH₄-N) pada seluruh sumuryang diambil contoh airnya memperkuat dugaan adanya kontaminasi limbah rumah tangga. Mengingat demikian pentingnya fungsi air tanah dangkal dalam pemenuhan kebutuhan air bersih penduduk kota Palangkaraya makaupaya konservasi harus dilakukan. Pendataan sistem akuifer air tanahdangkal secara detail perlu segera dilakukan agar dapat dikelola dengan baik.

KESIMPULAN

Air tanah dangkal di daerah telitian dijumpai pada akuifer pasir kuarsa bersifat lepas berbutir sedang sampai sangat kasar. Air tanah dangkal ini dapat dipompa dengan debit antara 0,5 sampai 4,5 l/detik, Secara umum dapat dikenali 3 lapisan akuifer, yaitu kedalaman 10-30 m; 40-50 m, dan 55-70 m. Antara lapisan akuifer dipisahkan oleh lapisan lempung atau kaolin yang sifatnyatidak menerus. Sejauh parameter yang dianalisis, air tanah dangkal masih memenuhi syarat sebagai bahan baku air rumah tangga kecuali kandungan besi yang melebihi ambang batas pada sejumlah lokasi. Selain itu, sejumlah contoh air sumur terdeteksi mengandung amoniadan bakteri koli yang mengindikasikan adanya pencemaran darilimbah rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkem Murry Corp, *Interpreting Water Analysis Result*, <http://www.aiken-murray.com/TESTS01.htm>,
- Apepelo C.A J dan D. Postma. 1993. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Nila E.S., E. Rustandi & R. Heryant. 1995. *Peta Geologi Lembar Palangkaraya Skala 1 : 250.000*. Bandung: P3G.
- Hem, J.D.(Ed). 1989. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water, 3rd Edition. *USGS Water-Supply Paper 2254*.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI, No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang persyaratan kualitas air bersih _____ Kota Palangkaraya Dalam Angka, 2003
- Page S, dkk., 1998, Pent and Peatwater Geochemisiry in the Upper Catchmment of Sungai Sebangau, Central Kalimantan. Dalam: *Evironmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosistem in Southeast Asia, Annual Report, CoreUniversity Program, Hokkaido University and Reserach Center for Biology LIPI*, pp 35-40.
- Sumawijaya N.dkk. 2005. *Studi Hidrokimia Air Tanah Dangkal DaerahPaduran, Palangkaraya-Katimantan Tengah: laporanpenelitian*, Bandung: Puslit Geoteknologi-LIPI
- Todd D. K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Willey& Sons, Singapore.
- Undang-Undang No. 7 Tahun 2004, tentang Sumber daya Air, Lembaran Negara No. 32 Tahun 2004.
- Usup A D. dkk. 2001. Study on Biomass Fuel, Microclimate and Fire Behavior of Tropieal Peat Fire in Central Kalimantan, Indonesia.Dalam *Environmental Conservation and Land Use Management of Welland Ecosistem in Southeast Asia, Anirual Report*, Core University program between Hokaido University and ResearchCenter for Biology, LIPI.
- Utosawa dkk. 2002. Water Environmental Study in PalangkarayaRegion: a Test of General Bacteria and Coliform Group Using aSimple Test Paper. Makalah disajikan dalam *Proceeding ofInternational Symposium on "Land Management andBiodiversity in Southeast Asia*, September 17-20, Bali, Indonesia,Hokkaido University dan Puslit Biologi-LIPI.
- Utosawa dkk. 2004. Water Environmental Study in Palangkaraya Region: a Test of General Bacteria and Coliform Group Using aSimple Test Paper. Dalam *Environmental Conservation and Land Use Management of Wetland Ecosistem in Southeast Asia, Annual Report*, Core University program between Hokaido University and Reserach Center for Biology, LIPI.