

SEBARAN AIR TANAH PAYAU-ASIN DI DATARAN PANTAI SURABAYA-PASURUAN PROVINSI JAWA TIMUR

Dadi Harnandi¹, Heni Rengganis²

¹Pusat Lingkungan Geologi, Jl.Diponegoro No. 57 Bandung

²Pusat Litbang Sumber Daya Air, Jl.Ir.H. Juanda No 193 Bandung

Email: dadi.jai@gmail.com

Diterima: 20 Juli 2010 ;Disetujui; 28 September 2010

ABSTRAK

Laju perkembangan yang pesat pada setiap sektor kehidupan di dataran pantai Surabaya-Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, menyebabkan permintaan air bersih terus meningkat. Ironisnya, di daerah ini total kebutuhan akan air bersih tersebut masih tergantung pada air tanah. Kecenderungan peningkatan pemakaian air tanah tersebut dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi air tanah berupa penurunan kedudukan muka air tanah, dan dampak lainnya berupa intrusi air asin (air laut). Saat ini batas sebaran air tanah payau-asin pada akuifer tidak terkekang dari garis pantai di daerah Waru mencapai 3,3 km, Sidoarjo 10,8 km, Candi 5,9 km, Tanggulangin 9,9 km, dan Porong 8,7 km. Di daerah Watutulis-Wonoayu-Popoh-Buduran-Sedati, air tanah payau atau asin pada akuifer terkekang terdapat pada akuifer yang dibentuk oleh batuan dari Formasi (F) Pucangan, berada pada kedalaman lebih dari 48 mbmt (m bawah muka tanah) di sekitar Buduran dan lebih dari 80 mbmt di sekitar Watutulis. Di daerah Pulokerto-Kedungsari air tanah payau-asin dijumpai dalam akuifer pada kedalaman lebih dari 24 mbmt, yang merupakan batuan dari Formasi. Notopuro. Untuk mencegah dan mengurangi dampak negatif yang mungkin terjadi terhadap kondisi air tanah, maka diperlukan upaya pengendalian pemakaian air tanah, agar terjamin kelestarian pemakaiannya.

Kata kunci: Air tanah payau atau air tanah asin, dataran pantai, muka air tanah, akuifer.

ABSTRACT

The rapid development in every sector of livelihood on the coastal plain of Surabaya-Pasuruan (East Java) has caused an increase of clean water demand. Ironically, clean water supply in this area is fully dependable on groundwater. This trend of increase causes negative impacts to groundwater conditions such as decrease of groundwater level and saline water intrusion. Presently, the boundary of fresh-saline groundwater distribution in the unconfined aquifers from the beach line in the Waru area has already reached 3.3 km, Sidoarjo: 10.8 km, Candi: 5.9 km, Tanggulangin: 9.9 km, and Porong 8.7 km. In the areas of Watutulis-Wonoayu-Popoh-Buduran-Sedati, brackish or saline groundwater in confined aquifer was formed by the Pucangan rock formation at a depth of 48 mbgs (m below ground surface) around Buduran, and more than 80 mbgs around Watutulis. In Pulokerto-Kedungsari area, saline groundwater was encountered at an aquifer depth of more than 24 mbgs which was formed by Notopuro rock formation. In order to prevent and to reduce the possibly negative impacts attempts of groundwater control are carried out so that sustainable water use will be maintained.

Keywords: Brackish or saline ground-water, coastal plain, *water-table*, aquifer.

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan akan air bersih di dataran pantai Surabaya-Pasuruan untuk berbagai keperluan, seperti air bersih untuk rumah tangga, industri dan keperluan lainnya, menyebabkan peranan air tanah menjadi penting karena pasokan air permukaan belum dapat memenuhi semua kebutuhan akan air bersih tersebut. Kecenderungan peningkatan

pengambilan air tanah ini akan terus bertambah akibat tuntutan kebutuhan yang terus bertambah. Pemukiman padat dijumpai di daerah perkotaan seperti Mojokerto, Sidoarjo dan Pasuruan, sedang pemukiman tidak padat dijumpai setempat-setempat, terutama di dekat jalan yang menghubungkan kota-kota tersebut. Sawah irigasi dijumpai secara luas tersebar di daerah dataran antara Mojokerto - Sidoarjo -

Pasuruan. Empang atau ladang garam dijumpai hanya di tepi pantai sebelah timur Sidoarjo

Pemakaian air tanah yang intensif pada beberapa cekungan air tanah di Indonesia semakin bertambah setiap tahunnya, sementara potensi dan ketersediaannya sangat terbatas. Permasalahan ini, pada akhirnya selalu menimbulkan dampak negatif terhadap kondisi air tanah dan kini telah mulai timbul gejala permasalahan lingkungan. Beberapa dampak telah terdeteksi di beberapa tempat, khususnya di daerah industri. Bahkan di beberapa tempat tampak dampak negatif terhadap sumber daya air tanah sendiri yaitu penurunan kedudukan muka air tanah, yang kemudian telah diikuti oleh dampak lainnya berupa penurunan kualitas air (karena intrusi air laut atau pergerakan air asin ke arah daratan) dan penurunan muka tanah (land subsidence). Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu didapatkan informasi tentang sebaran air tanah payau-asin yang terjadi di dataran pantai Surabaya-Pasuruan. Hasil ini dapat dijadikan salah satu bahan acuan dalam rangka pengelolaan dan pengembangan air tanah.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kondisi air tanah untuk mendapatkan informasi mengenai sebaran air tanah payau-asin di dataran pantai Surabaya-Pasuruan. Sasaran yang akan diperoleh dari hasil kajian ini adalah berupa informasi yang dapat digunakan sebagai salah satu acuan dalam rangka perencanaan untuk usaha konservasi dan pendayagunaan air tanah di daerah tersebut.

Lokasi penelitian merupakan bagian dari cekungan air tanah (CAT) Brantas dan CAT Pasuruan, secara administratif mencakup sebagian dari Kota Surabaya, sebagian wilayah Kabupaten (Kab.) Sidoarjo, Kab. dan Kota Mojokerto, serta sebagian wilayah Kab. dan Kota Pasuruan

METODOLOGI

Penyusupan air laut atau masuknya air asin ke dalam air tawar pada lapisan akuifer di daerah pantai sering terjadi. Kejadian ini merupakan salah satu yang bisa dikategorikan sebagai pencemaran terhadap lapisan akuifer, sehingga menyebabkan potensi pemanfaatan air menurun. Masuknya air laut ke dalam lapisan akuifer air tawar dapat diperkirakan dengan proses pergerakan air laut ke arah daratan yang dipengaruhi oleh perbedaan berat jenis antara air asin dan air tawar. Air yang meresap ke dalam tanah dan menjadi air tanah tawar membentuk suatu bidang batas dengan air asin yang posisinya selalu berubah tergantung pada tebal

lapisan air tawar, mengikuti prinsip Ghyben-Herzberg (lihat Gambar 1).

Di dalam akuifer pada Gambar 1 yang disebut h adalah tebal air tawar di atas muka laut, H adalah tebal air tawar dari bidang batas sampai muka air laut, ρ_s adalah berat jenis air asin $=1,025 \text{ g/cm}^3$, ρ_f adalah berat jenis air tawar $=1,0 \text{ g/cm}^3$. Prinsip Ghyben-Herzberg mengikuti persamaan berikut:

$$\rho_s = (H+h) \times \rho_f \rightarrow 1,025 H = 1 (H+h) \rightarrow H = 40 h$$

Dari persamaan di atas berarti bahwa setiap penambahan satu satuan elevasi air tawar akan menurunkan 40 satuan elevasi bidang batas ke bawah. Jumlah air yang terdapat pada akuifer bebas sangat tergantung pada tebal, luas dan porositas efektif akuifer. Besarnya porositas efektif ditentukan oleh distribusi besar butir penyusun akuifer.

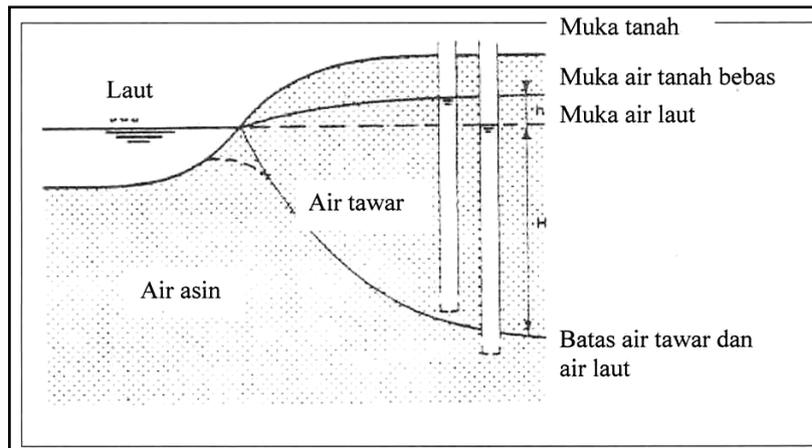
Kegiatan kajian sebaran air tanah payau-asin di dataran pantai Surabaya-Pasuruan, Provinsi Jawa Timur ini, dilaksanakan dengan metode analisis data primer dan sekunder, yakni data hasil pengukuran terhadap berbagai lokasi pengamatan hidrogeologi, didukung oleh data/informasi geologi, hidrologi, dan data yang terkait dengan aspek lingkungan air tanah lainnya, kemudian dievaluasi melalui pendekatan analitis dan statistik deskriptif.

Pengukuran parameter tingkat keasinan air dilakukan terhadap air sumur penduduk, baik sumur dangkal maupun sumur bor pompa. Parameter kualitas air yang diperiksa yaitu kandungan khlorida dan Nilai Daya Hantar Listrik (DHL). Hasil pengukuran parameter tingkat keasinan pada air di wilayah kajian, dianalisis dan kemudian diplotkan pada peta dan selanjutnya dibuatkan konturnya. Peta ini kemudian dievaluasi untuk mengetahui bagaimana sebaran air tanah payau-asin yang terjadi di wilayah Surabaya-Pasuruan.

KAJIAN PUSTAKA

1 Keadaan umum daerah penelitian

Morfologi daerah penelitian merupakan daerah dataran dengan ketinggian kurang dari 22m di atas muka laut (aml) memanjang dari daerah Surabaya-Mojokerto sampai pantai Sidoarjo dan Pasuruan, sehingga aliran sungai menjadi relatif lambat. Hal ini mempercepat terjadinya pendangkalan yang pada akhirnya timbul kecenderungan terjadi genangan di berbagai bagian kota apabila turun hujan. Daerah Sidoarjo bagian timur merupakan dataran delta yang berkembang sebagai lahan pertambakan.



Gambar 1 Prinsip Badon Ghyben-Herzberg

Morfologi daerah ini tersusun oleh hasil rombakan batuan vulkanik dan batuan sedimen yang berumur Tersier-Kuarter. Aliran sungai umumnya membentuk pola subdendritik-subparalel, dengan sungai utama antara lain Sungai Brantas dan Sungai Porong. Daerah penelitian sebagian besar merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai Brantas yang manfaatnya cukup besar bagi kehidupan penduduk, khususnya untuk keperluan irigasi.

Iklim daerah ini termasuk tropis, musim hujan umumnya terjadi pada bulan November – April dan musim kemarau pada bulan Mei–Oktober dengan curah hujan rata-rata 10,58 – 181 mm. Pada musim hujan, curah hujan mencapai lebih dari 200 mm per bulan dengan rata-rata jumlah hari hujan 112 hari.

Berdasarkan Peta Rupa Bumi skala 1 : 250.000 (Bakosurtanal, 2000), penggunaan lahan di daerah kajian dapat dibedakan menurut uraian berikut. Pemukiman padat dijumpai di daerah perkotaan seperti Mojokerto, Sidoarjo dan Pasuruan, sedang pemukiman tidak padat dijumpai setempat-setempat terutama di dekat jalan yang menghubungkan kota-kota tersebut. Wilayah kabupaten dan kota-kota ini sangat pesat perkembangannya, dikarenakan posisinya sebagai daerah industri dan juga sebagai daerah penghubung antara wilayah Jawa Timur bagian timur dan wilayah Jawa Timur bagian selatan. Kota Surabaya sebagai pusat pemerintahan Propinsi Jawa Timur, sehingga kota Sidoarjo dan Pasuruan ini berfungsi sebagai terminal jasa distribusi dalam skala regional.

2 Kualitas air tanah di daerah pantai

Air tanah di daerah pantai, khususnya yang berdekatan dengan garis pantai, menampilkan gejala-gejala kelainan, di mana airnya terasa payau atau asin. Hal ini terjadi

akibat lingkungan pembentukan yang berbeda, yaitu keadaan lingkungan di mana air tanah ditemukan serta di mana proses migrasi akumulasi terjadi. Penyebab keasinan air tanah ada beberapa macam antara lain:

- 1) Intrusi air laut
- 2) Air laut yang terjebak pada akuifer selama pengendapan. Hal ini terjadi pada daerah yang garis pantainya menuju ke laut
- 3) Pengenceran material di dalam garam
- 4) Penguapan yang tinggi pada rawa, danau di sepanjang pantai yang terjadi akibat pasang surut air laut.
- 5) Arus balik dari sungai akibat arus pasang
- 6) Pencemaran air limbah

Pada daerah pantai, air tanah bebas yang menjadi payau-asin, diduga terjadi arus balik dari sungai akibat air laut pasang, sedangkan pada akuifer terkekang, setempat-setempat payau, sehingga perlu pembuktian dengan suatu penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil survei dan hasil pengukuran data sebaran air tanah payau-asin di dataran pantai sebahagian wilayah Jawa Timur Utara, mulai dari Waru sampai dengan Pasuruan, berupa analisis dan evaluasi kondisi air tanah, dibahas berikut ini.

1 Kondisi Hidrogeologi

Ditinjau dari faktor-faktor jenis batuan, morfologi dan kedalamannya serta sifat-sifat lainnya, maka tataguna akuifer di daerah penyelidikan dibedakan menjadi sistem akuifer tidak terkekang atau akuifer dangkal, dan sistem akuifer terkekang atau akuifer dalam (Masdjuri dan Djoko Warsito, 1992). Akuifer tidak terkekang di daerah dataran umumnya terdiri

dari pasir halus sampai kasar yang merupakan endapan sungai, pantai dan rawa. Akuifernya berkedudukan sangat bervariasi, umumnya dijumpai pada kedalaman kurang dari 40 m di bawah muka tanah (bmt) setempat. Akuifer terkekang umumnya dengan kedudukan 40–125 mbmt terdapat pada lapisan yang terapat bagian atas dan bawahnya oleh lapisan kedap air. Akuifer terkekang di daerah penelitian mempunyai ketebalan 4–30 m terdiri dari pasir halus–kasar, pasir tuffaan, tuffa, kerikil dan perselingan pasir dan lempung. Daerah kajian terletak pada dua cekungan air tanah (CAT), yaitu CAT Brantas dan CAT Pasuruan.

2 CAT Brantas

Berdasarkan ATLAS Cekungan Air Tanah Indonesia skala 1:3200.000 (Hendri dkk, PLG 2009), CAT Brantas mempunyai luas 6186 km². Secara administratif CAT ini menempati wilayah kabupaten Malang, Sidoarjo, Blitar, Mojokerto, Jombang, Tulungagung, Kediri dan sekitarnya (Gambar 2). Bagian utara cekungan ini dibatasi oleh antiklin yang memanjang dari barat ke timur hingga di utara Sidoarjo dan merupakan batuan dari Formasi Lidah, Formasi Pucangan dan formasi bagian selatan, berupa punggungan pegunungan mulai dari puncak G. Welirang dan G. Penanggungan, kemudian mengikuti pola S. Brantas.

Cekungan air tanah ini mulai menipis ke arah timur bahkan di sekitar Sidoarjo sudah jarang didapatkan air tanah terkekang. Daerah ini diduga telah didominasi oleh aluvium dan endapan delta yang berada di atas Formasi Pucangan.

Kelompok akuifer yang terletak di bagian atas didominasi oleh endapan sungai ke arah mendekati S. Brantas, ketebalan akuifer ini mencapai lebih dari 50 meter. Kelompok akuifer yang di bagian bawah umumnya didominasi oleh endapan vulkanik, setempat-setempat tersingkap Formasi Notopuro terutama di bagian barat. Pada CAT Brantas yang didominasi oleh aluvium, terutama pada lokasi yang aluviumnya tebal, debit sumur mencapai 10 liter/s, sedangkan pada daerah yang aluviumnya tipis atau bahkan tidak ada (yang didominasi endapan vulkanik) debit sumurnya bervariasi dari 2 liter/s hingga lebih dari 40 liter/s. Di daerah Sidoarjo di mana dijumpai akuifer endapan delta dan pantai, umumnya merupakan akuifer tidak terkekang atau setengah terkekang, dengan debit sumur kurang dari 5 liter/s.

3 CAT Pasuruan

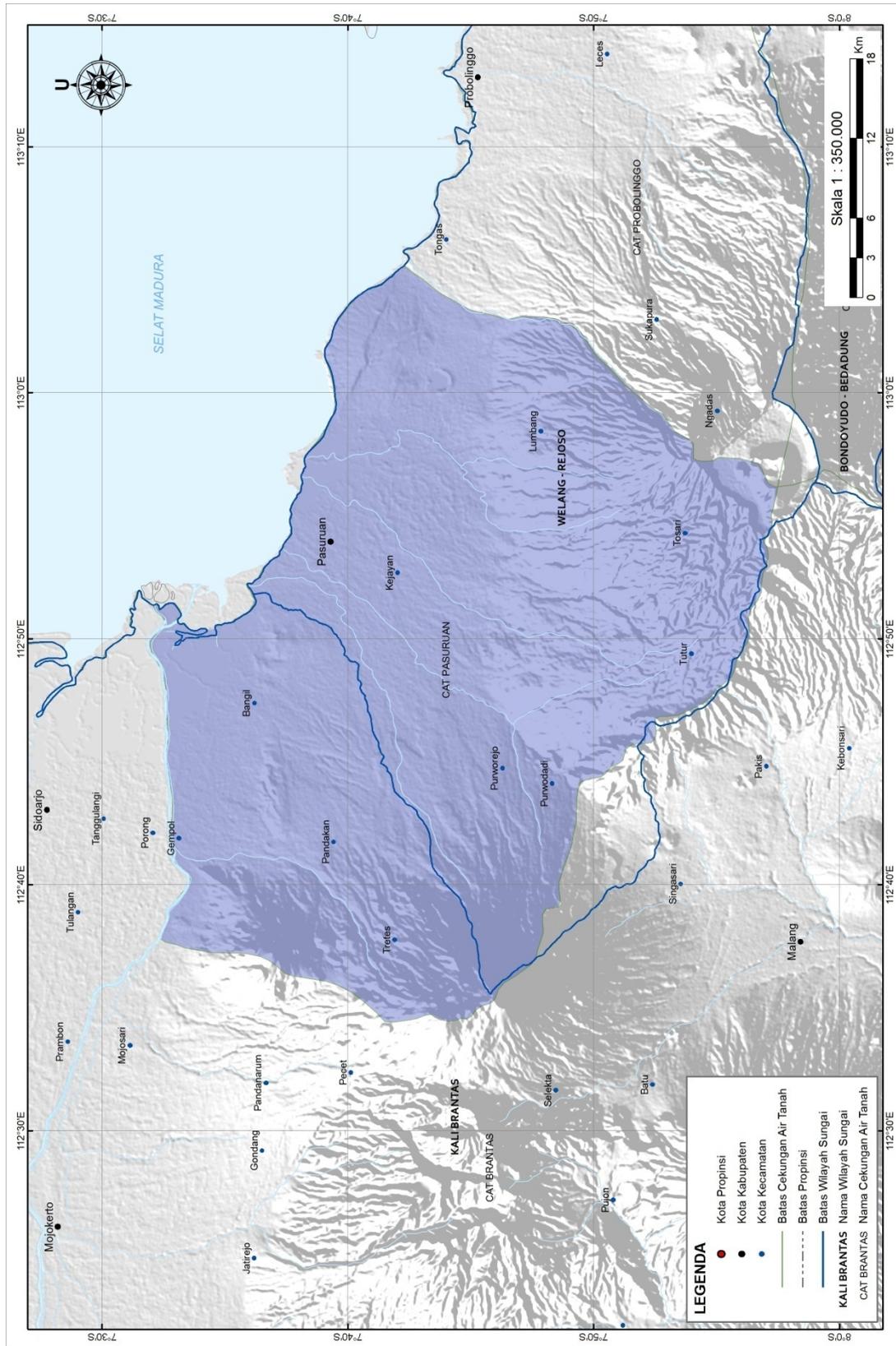
Bagian utara dari cekungan ini dibatasi oleh punggungan mulai dari puncak G. Welirang dan G. Penanggungan, kemudian mengikuti pola S. Brantas yang merupakan batas muka air tetap dan bagian selatannya terletak di luar daerah kajian yaitu di wilayah Kab. Probolinggo. Akuifernya didominasi oleh endapan vulkanik. Batas bawah dari cekungan ini di bagian utara diduga berupa lapisan batu lempung dari Formasi Kabuh dan Formasi Pucangan. Sedang di bagian barat dan selatan karena endapan vulkanik yang sangat tebal, maka batas bawahnya tidak diketahui. Luas cekungan air tanah Pasuruan ±1596 km², menempati wilayah kabupaten dan kota Pasuruan dan sebahagian wilayah kabupaten Probolinggo (Hendri dkk, PLG 2009) tersaji pada Gambar 3.

Kondisi geologi daerah kajian menunjukkan bahwa akumulasi air tanah berada di daerah dataran, dengan proses imbuhan dan aliran air tanah dari selatan dan utara. Daerah imbuhan air tanah menempati daerah tubuh gunung api G. Welirang dan G. Penanggungan di bagian selatan dan perbukitan lipatan di bagian utara. Daerah lepasan air tanah terletak di daerah kaki gunung serta daerah dataran di bagian utara yang tersusun oleh endapan aluvium. Akuifer pada CAT Pasuruan mampu menghasilkan debit berkisar antara 5 hingga lebih dari 40 l/s.

Ketersediaan air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang di CAT Brantas berdasarkan hasil penghitungan diperkirakan 3.674 juta m³/tahun, sedangkan pada sistem akuifer terkekang berdasarkan penghitungan aliran wajar dengan menggunakan formula Darcy adalah 175 juta m³/tahun. Di CAT Pasuruan ketersediaan air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang 628 juta m³/tahun, dan 43 juta m³/tahun pada sistem akuifer terkekang.

4 Pemanfaatan air tanah

Jumlah penduduk di wilayah penelitian pada tahun 2005 diperkirakan sebanyak 7.110.386 jiwa dan meningkat menjadi 7.152.614 pada tahun 2008 (BPS 2006-2009), Dengan asumsi bahwa kebutuhan akan air bersih sebanyak 125 liter/hari/orang, maka diperkirakan kebutuhan air bersih adalah 890.957 m³/hari atau sekitar 325 juta m³/tahun. Konsumsi air bersih yang terlayani oleh PDAM hingga saat ini yaitu sebesar 177.502.953 m³, dengan demikian sekitar 182 juta m³/tahun atau 0,5 juta m³/hari kebutuhan air bersih penduduk saat ini berasal dari air tanah.



Gambar 3 Cekungan Air tanah Pasuruan

Perkiraan volume pemakaian air tanah pada akuifer tidak terkekang ini lebih kecil dibandingkan kemampuan imbuhan air tanah pada akuifer tidak terkekang CAT Brantas sebesar 3.674 juta m³/tahun dan CAT Pasuruan 628 juta m³/tahun. Tetapi perlu diperhatikan tentang keterdapatan dan kualitas air tanah yang tidak merata di beberapa CAT tersebut.

Pemakaian air tanah pada akuifer terkekang untuk industri di Kota dan Kab. Pasuruan merupakan yang terbesar dibanding daerah lain di Provinsi Jawa Timur. Hal ini dapat terjadi karena di Kab. Pasuruan berkembang pesat kegiatan industri di daerah Gempol-Pandaan-Beji. Jumlah pemakaian air tanah pada akuifer terkekang pada tahun 1995 tercatat 16.162.183 m³ kemudian 20.064.428 m³ pada tahun 1996 dan 25.347.228 m³ pada tahun 1997 selanjutnya 31.937.507 m³ pada tahun 1998. Hasil pemantauan terakhir tahun 2007 penggunaan air tanah di daerah industri ini mencapai 47.142.999 m³. Selain untuk kegiatan industri, air tanah dari akuifer terkekang dimanfaatkan PDAM Kota dan Kab Pasuruan sebagai sumber baku untuk air minum, yaitu melalui lima sumur bor yang berlokasi di Kec. Pohjentrek dan mata air di Kab. Pasuruan. Pengambilan air tanah untuk PDAM pada tahun 2007 tercatat 3.042.287 m³ yang bersumber dari enam buah sumur bor.

Pemakaian air tanah dari akuifer terkekang di Kab. Sidoarjo pada 1995 tercatat 4.500.000 m³ kemudian 4.600.000 m³ pada 1996 dan 8.844.900 m³ pada 1997 kemudian 13.002.003 m³ pada 1998. Pemakaian air tanah dari akuifer tertekang di Kota dan Kab. Mojokerto pada 1995 tercatat 10.136.832 m³, kemudian 15.002.551 m³ pada 1998. Selain untuk kegiatan industri, air tanah ini juga dimanfaatkan untuk irigasi terutama pada musim kemarau. Pada tahun 1998 tercatat sebanyak 123 sumur bor yang berlokasi di Kab. Pasuruan dan Kab. Mojokerto. Sementara yang masih beroperasi sebanyak 61 sumur bor dengan debit 618.318 m³/bulan. Perkembangan pemakaian air tanah dari akuifer terkekang di kawasan industri di daerah Mojokerto, Sidoarjo, dan Pasuruan tersebut di atas sejak 1995 sampai 1998 menunjukkan peningkatan berkisar antara 26–48 %.

5 Kedudukan Muka Air Tanah

Kedudukan muka air tanah merupakan parameter penting untuk mengetahui pola atau arah pergerakan air tanah dan perubahan muka air yang akan terjadi pada tata air tanah di suatu wilayah cekungan air tanah. Pengaruh perubahan muka air tanah dapat terjadi akibat dari beberapa

kegiatan, antara lain muka air tanah dari akuifer terkekang akan menurun karena pemompaan air tanah yang berlebihan. Perubahan muka air tanah pada akuifer tidak terkekang yang terdeteksi pada muka air sumur-sumur penduduk, terjadi karena adanya perubahan musim.

Hasil pengukuran muka air tanah pada tahun 2005 di dataran pantai daerah Pasuruan menunjukkan, bahwa muka air tanah pada akuifer tidak tertekang berkisar antara 0,65–4,56 m bmt (bawah muka tanah), sementara pada tahun 2008 muka air tanah pada akuifer terkekang adalah 2,30–37,28 m bmt. Hasil pengukuran muka air tanah pada akuifer terkekang di Kabupaten Pasuruan yang diukur pada ± 40 buah sumur bor, disarikan pada Tabel 1. Perkembangan muka air tanah yang dipantau sejak tahun 2000 sampai tahun 2008 mengalami penurunan dengan fluktuasi 0,32–12,90 m bmt. Di daerah Sidoarjo muka air tanah pada akuifer tidak terkekang berkisar antara 0,52–4,62 m bmt. Di Daerah Mojokerto muka air tanah pada akuifer tidak terkekang yang berada di daerah dataran kurang dari 4,06 m bmt. Kedudukan muka air tanah akan semakin dalam di daerah perbukitan yaitu berkisar antara 3–6 m bmt, namun di beberapa tempat dijumpai lebih dari 10 m bmt. Secara umum muka air tanah pada akuifer tidak terkekang dengan pola garis kontur muka air tanah cenderung mengikuti bentuk morfologi. Arah alirannya secara umum mengarah ke dataran kemudian mengarah ke laut.

Perubahan kedudukan muka air tanah pada akuifer tidak terkekang sangat dipengaruhi oleh musim dan besarnya curah hujan, karena daerah imbuhan di tempat itu juga. Hal ini ditunjukkan oleh naiknya muka air tanah sebagai akibat proses pengisian kembali pada musim hujan dan penurunan muka air tanah secara gradual berlangsung pada musim kemarau. Dengan demikian indikasi adanya perubahan pola muka air tanah pada akuifer tidak terkekang sebagai akibat pemakaian air tanah tidak terlihat jelas.

Kedudukan muka air tanah pada sistem akuifer terkekang saat ini di daerah Mojokerto, yang menyadap akuifer pada kedalaman lebih dari 40 m pada bagian atas lereng gunung api, berkisar antara 10–50 m bmt, sementara di bagian bawahnya sampai daerah dataran berkisar antara 2–30 m bmt. Berdasarkan hasil pemantauan data muka air tanah mulai dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2007, di daerah Mojokerto terlihat kecenderungan kedudukan muka air tanah yang semakin menurun dengan kecepatan 0,12–1,80 m/tahun.

Tabel 1 Hasil pengukuran muka air tanah pada akuifer terkekang

NO	LOKASI SUMUR BOR		Tinggi Muka Air (m bmt)	Tinggi Muka Air (m bmt)
			Tahun 2000	Tahun 2008
1	Domosindo (Smr Pantau)	Beji	5,62	5,95
2	Sari R Indah	Gempol	6,05	18,98
3	Domosindo	Beji	5,62	5,15
4	Kasrie textil	Pandaan	15,85	6,70
5	Aneka Tuna Indonesia	Gempol	10,26	11,62
6	Arto Toyo Utomo	Pandaan	34,96	36,10
7	Meiji	Bangil	6,63	9,77
8	Tirta Bahagia	Pandaan	5,49	9,75
9	Boma Bisma Indra	Bugul Lor	3,95	2,43
10	Erindo Mandiri	Prigen	45,77	48
11	Indofood Sukses Mk	Ck Malang Beji	0,80	2,30
12	Sorini	Ngerong-Gempol	43,20	37,28
13	PDAM I	Purworejo	4,69	3,58
14	PDAM II	Purworejo	7,15	4,80
15	Sun Chlorela	Gempol	43,0	49,70

Di daerah Sidoarjo kedudukan muka air tanah pada akuifer terkekang umumnya kurang dari 10 m bmt. Data pengukuran muka air tanah dari tahun 1992 sampai dengan tahun 2007, **kecenderungan turun dengan kecepatan 0,02–0,80 m/tahun**. Di daerah Pasuruan muka air tanah pada akuifer terkekang yang tercatat melalui sumur bor di lereng gunung api berkisar antara 1–25 m bmt, dan bagian bawahnya sampai daerah dataran berkisar antara 0,5–10 m bmt, beberapa di antaranya masih mampu mengalir sendiri. Walaupun demikian muka air tanah pada akuifer terkekang di daerah ini cenderung turun dengan kecepatan 0,02–2,32 m/tahun.

6 Kualitas Air Tanah

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kualitas air tanah adalah kondisi lingkungan di sekitar dan jenis batuan tempat migrasi dan akumulasi air tanah pada akuifer di wilayah cekungan air tanah. Hal ini akan berkaitan erat dengan pembentukan komposisi kimia air tanah. Untuk memperoleh gambaran mengenai kualitas air tanah yang berkaitan dengan lokasi dan kondisi ini, maka telah dilakukan pengukuran beberapa parameter sebagai indikator penurunan kualitas air, akibat terjadi intrusi air laut. Kadar garam atau salinitas akibat intrusi air laut terhadap air tanah yang tawar, ditinjau dari potensi pemanfaatan air tanah tersebut sangat merugikan. Batas maksimum kandungan khlorida menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI no 416/1990 untuk air minum adalah 250 mg/l dan untuk air bersih 500 mg/l, Sedangkan batas rasa asin yang dapat diterima oleh manusia untuk air minum adalah 600 mg/l. Salinitas dapat juga dinyatakan

dengan Nilai Daya Hantar Listrik (EC dalam $\mu\text{S/cm}$)

Air tanah pada sistem akuifer tidak terkekang semakin ke arah pantai mulai payau, semakin meningkatnya nilai daya hantar listrik (DHL) dan kandungan ion khlorida, serta biasanya diikuti dengan meningkatnya kandungan ion natrium dan zat padat terlarut. Rendahnya kualitas air tanah tidak terkekang di dataran pantai ini disebabkan oleh litologi akuifer yang merupakan endapan pantai, atau oleh pencemaran dari air permukaan di mana daerah ini umumnya merupakan daerah pertambangan. Sumur bor di daerah antara Waru-Sidoarjo umumnya air tanahnya terasa payau; rasa payau tersebut bukan karena penyusupan air laut, mengingat kedudukan muka air tanahnya masih di atas muka laut yaitu berkisar antara 4-12 m di atas muka laut. Kualitas air tanah di daerah Porong sampai Bangil dan Kraton terasa tawar, sementara di Kota Pasuruan terdapat sumur bor yang airnya terasa payau. Menurunnya kualitas air tanah pada akuifer terkekang di daerah Pasuruan dan Sidoarjo belum mengalami perubahan yang berarti, **terutama disebabkan** oleh adanya penyusupan air laut atau asin, hal ini ditunjukkan oleh kadar garam yaitu Cl^- , dan DHL yang masih di bawah ambang batas.

Kualitas air tanah di wilayah Kabupaten Pasuruan, pada umumnya kondisi alamiahnya sangat baik, yaitu memenuhi persyaratan sebagai sumber air baku air bersih, kecuali air yang berada pada endapan pantai di daerah dataran pantai yang terasa agak payau. Namun akibat pengambilan air tanah yang cenderung makin meningkat, telah mengubah kondisi hidrolika air tanah yang berdampak terjadinya penurunan

kualitas air tanah, yaitu meningkatnya kegaraman air tanah dan pencemaran limbah domestik. Hasil pengukuran dan pemeriksaan kualitas air tanah pada akuifer terkekang di Kabupaten Pasuruan disarikan pada Tabel 2. Kualitas air tanah dalam akuifer terkekang pada sumur bor di daerah Bangil yang berjarak \pm 4-5 km dari garis pantai pada umumnya cukup bagus dengan kandungan DHL $<$ 1000 μ S/cm. Air tanah dari akuifer terkekang pada sumur bor di Bugul Lor kota Pasuruan yang berjarak \pm 2 km dari garis pantai mengandung khlorida $>$ 1000 mg/l dan DHL $>$ 3000 μ S/cm. Data hasil pengukuran selanjutnya kemudian diplotkan pada peta dan dibuatkan konturnya seperti dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Kondisi kualitas air tanah yang berada di daerah pantai ini, akan terus menurun apabila kecenderungan pemanfaatan dan pengambilan air tanah dari sumur bor terus meningkat, yang disebabkan oleh tuntutan kebutuhan air bersih yang meningkat pula. Oleh karena itu maka sebagai antisipasi makin meluasnya gejala dampak negatif ini, menuntut perlunya upaya pencegahan. Langkah awal yang perlu dilakukan dalam upaya pencegahan di atas, adalah dengan melakukan identifikasi pemanfaatan air tanah dengan melakukan pengamatan menerus terhadap kedudukan muka air tanah dan kualitas air tanah, dan menghitung jumlah pengambilan air tanah pada saat ini.

7 Sebaran Air Tanah Payau-Asin berdasarkan DHL dan kandungan khlorida

Data yang dianalisis untuk menentukan sebaran air tanah payau-asin diperoleh dari hasil pengukuran daya hantar listrik, analisis fisika dan kimia air tanah, serta data pendugaan geolistrik. Sebaran air tanah yang bersifat payau-asin pada arah mendatar dilakukan dengan membuat peta daya hantar listrik dan isokhlorida air tanah, sedangkan sebaran vertikal diperoleh dari penampang hasil analisis data pendugaan geolistrik.

Nilai DHL yang dibandingkan dengan nilai khlorida (Cl^-) yang terkandung dalam air tanah menunjukkan nilai DHL 1000 μ S/cm setara dengan kandungan khlorida 200 mg/l, kedua nilai tersebut merupakan batas antara air tanah tawar dan air tanah payau. Nilai DHL 2000 μ S/cm yang setara dengan kandungan khlorida 600 mg/l merupakan batas antara air tanah payau dengan air tanah asin. Oleh karena itu, apabila nilai DHL air tanah kurang dari 1000 μ S/cm merupakan air tanah tawar, DHL air tanah

antara 1000–2000 μ S/cm merupakan air tanah payau, dan DHL air tanah lebih dari 2000 μ S/cm merupakan air tanah asin. Namun demikian kandungan khlorida dalam air tanah merupakan faktor utama dalam menentukan klasifikasi air tanah tawar, payau atau asin di dataran pantai Surabaya-Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.

Berdasarkan ketentuan tersebut di atas, sebaran air tanah tawar, payau dan asin pada akuifer tidak terkekang di daerah kajian diuraikan sebagai berikut (Gambar 6). Batas sebaran air tanah asin pada akuifer tidak terkekang di daerah Waru berada pada jarak 3,3 km dari garis pantai, di daerah Sidoarjo 10,8 km, di daerah Candi 5,9 km, di daerah Tanggulangin 9,8 km, dan di daerah Porong 8,7 km. Sebaran air tanah, hasil penelitian pada tahun-tahun sebelumnya mulai dari Wringin Anom, Sedati-Sidoarjo sampai ke arah timur Gadingrejo dan Bugul Lor Pasuruan (Masdjuri & Djoko Warsito, 1992), merupakan zona air tanah payau-asin. Pada daerah-daerah tersebut, air tanah tidak terkekang, umumnya mengandung DHL $>$ 1500 μ S/cm dan khlorida $>$ 600 mg/l.

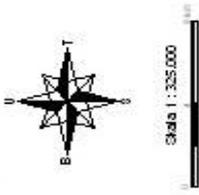
Batas sebaran air tanah payau dengan air tanah tawar pada akuifer tidak terkekang di daerah Waru berada pada jarak 7,0 km dari garis pantai, di daerah Sidoarjo 15,4 km, di daerah Candi 8,9 km, di daerah Tanggulangin 13,2 km, di daerah Porong 10,8 km, di daerah Bangil 3,3 km, dan di daerah Rembang-Pasuruan 4,9 km.

8 Sebaran Air Tanah Payau-Asin berdasarkan Analisis Data Pendugaan Geolistrik.

Berdasarkan hasil korelasi data pengeboran dan data pendugaan geolistrik (Hendri & Sukrisna, 2000), menunjukkan di daerah Watutulis-Wonoayu-Popoh-Buduran-Sedati, air tanah pada akuifer terkekang payau atau asin terdapat pada akuifer yang dibentuk oleh batuan berasal dari Formasi Pucangan, dijumpai pada kedalaman lebih dari 48 m bmt di sekitar Buduran dan lebih dari 80 m bmt di sekitar Watutulis. Di daerah Pulokerto-Kedungsari air tanah payau atau asin dijumpai dalam akuifer pada kedalaman lebih dari 24 m yang merupakan batuan dari Formasi Notopuro.

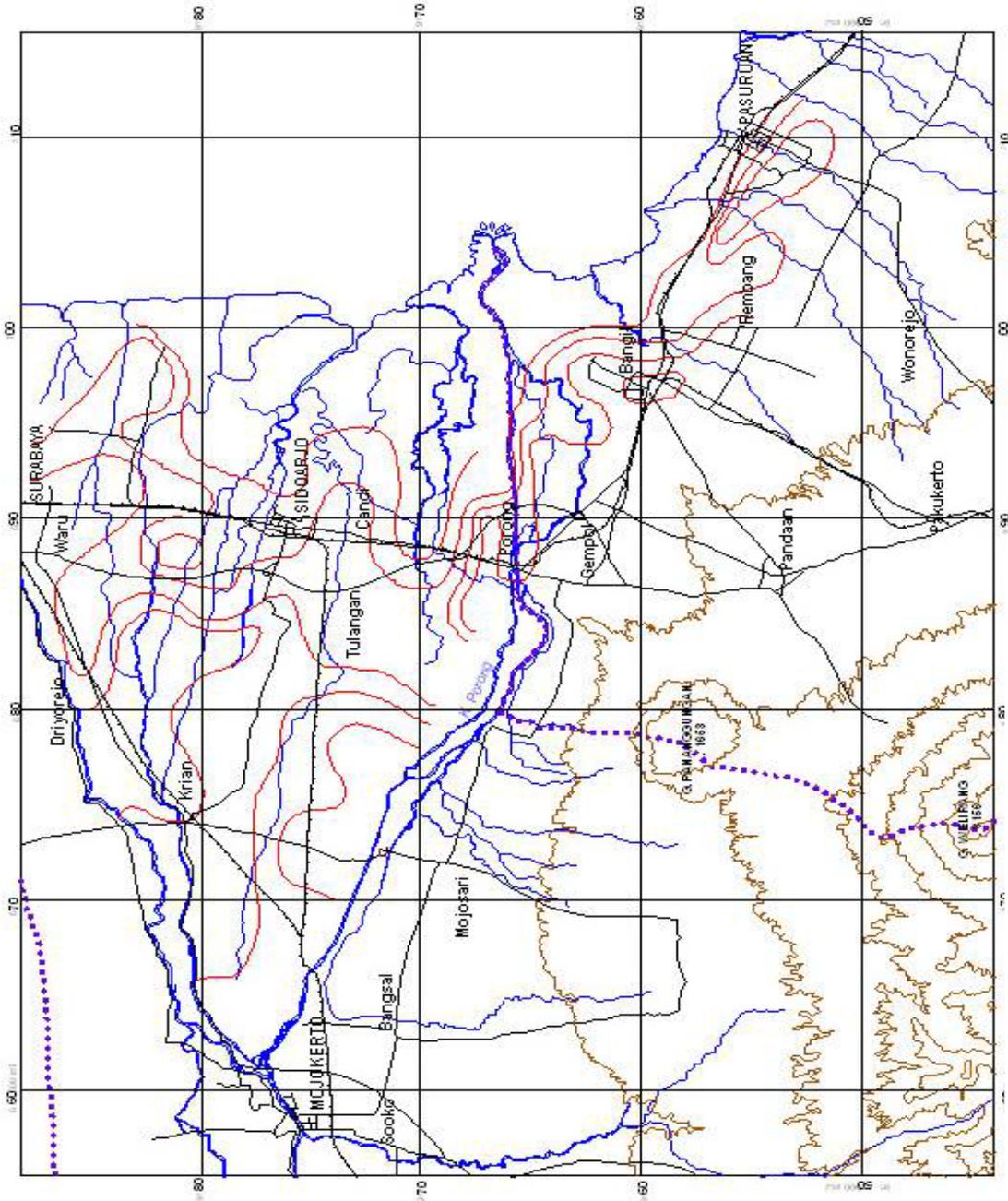
Sumur-sumur bor di daerah dataran umumnya saringannya terletak pada kedalaman 25–85 m bmt, apabila lebih dalam lagi umumnya merupakan akuifer terkekang dengan kualitas payau atau asin.

**PETA DAYA HANTAR LISTRIK
AIR TANAH DANGKAL
(Kedalaman akuifer < 40 m)**



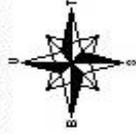
KETERANGAN

-  Garis kesamaan nilai DHL (mikromhos/cm)
-  Batas Cekungan Air Tanah
-  Jalan
-  Jalan kereta api
-  Sungai
-  Kontur topografi



Gambar 4 Peta Daya Hantar Listrik (DHL) Air Tanah Dangkal

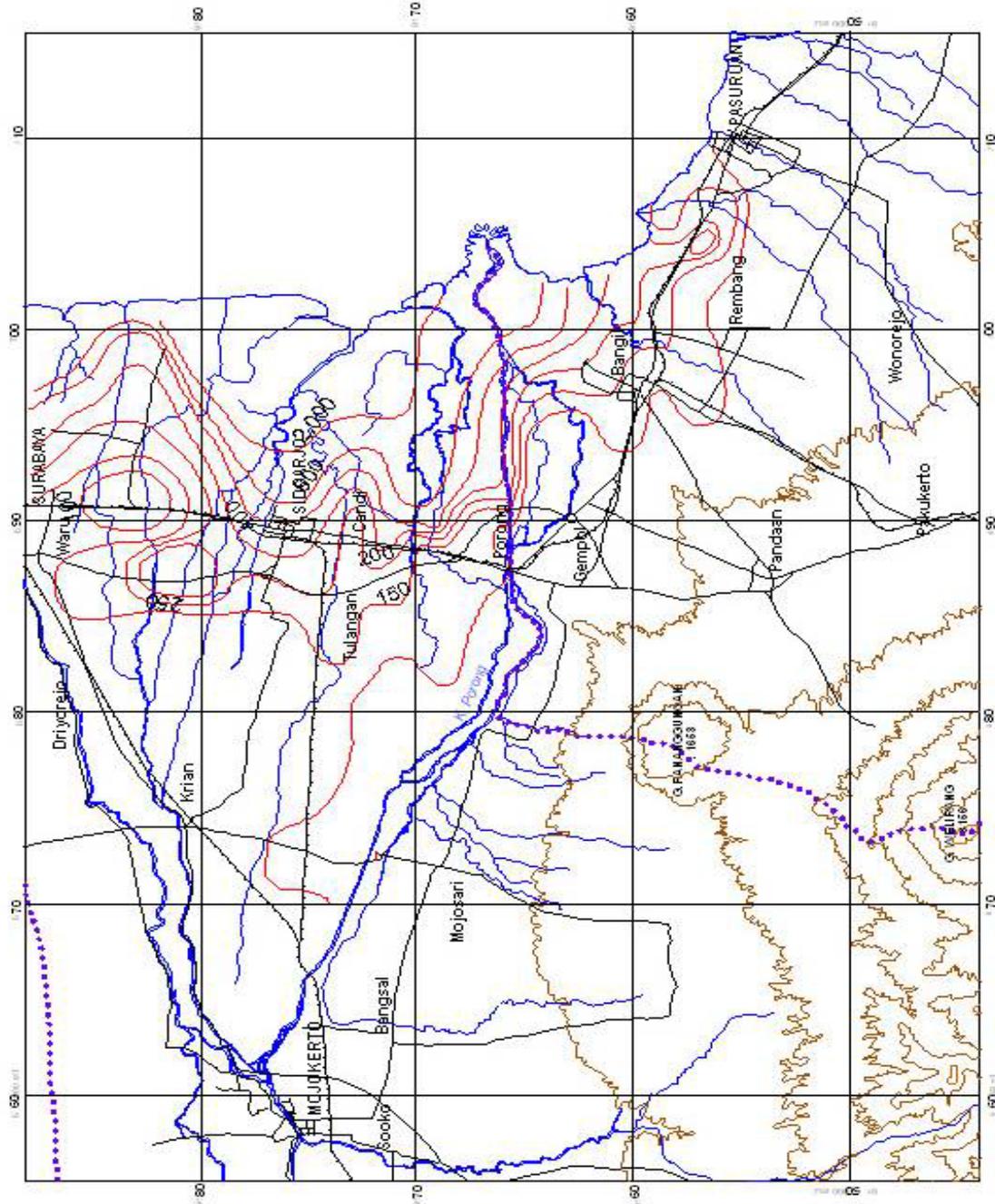
**PETA ISOKLORIDA
AIR TANAH DANGKAL
(Kedalaman akuifer < 40 m)**



Skala 1 : 235.000

KETERANGAN

- Garis kesamaan kandungan klorida (mg/liter)
- Batas Cekungan Air Tanah
- Jalan
- Jalan kereta api
- Sungai
- Kontur topografi



Gambar 5 Peta Isoklorida Air Tanah Dangkal

Tabel 2 Hasil pengukuran dan pemeriksaan DHL dan kandungan khlorida pada air tanah dari akuifer terkekang

No	Lokasi		DHL ($\mu\text{m}/\text{cm}$)	Khlorida (mg/l)
1	Kasrie textil	Pandaan	582	8,9
2	Bosma Bisma Indra	Bugul Lor	4600	1300
3	Meiji	Bangil	524	38,8
4	Domosindo	Beji	406	13,2
5	Sorini	Gempol	411	12,2
6	Erindo Mandiri	Prigen	456	10,1
7	Indifood Sukses MK	Cangkring malang Beji	948	11,6
8	PIER	Rembang	489	35,4
9	PDAM	Purworejo	719	19,2
10	Kalianyar	Bangil	3300	950
11	Kedungboto Beji	Beji	931	53,6
12	Aneka Tuna	Gempol	1096	11,6
13	Taman Dayu	Prigen	1098	10,1
14	Cheil Jedang	Rejoso	482	14,7
15	Sun Chlorela	Gempol	889	9,3

Hasil interpretasi geolistrik sekitar Krian, Sidoarjo, Beringin Bendo (Masdjuri & Djoko Warsito, 1992), sebaran air tanah tawar mulai dari Kali Surabaya ke arah Utara pada kedalaman 22 m bmt, lebih dalam lagi air menjadi payau sampai asin. Mulai dari Kali Surabaya ke arah Kali Banteng, sebaran air tanah payau-asin ditemukan pada kedalaman >74 m bmt, sementara ke arah cekungan Krian-Sidoarjo air tanah tidak terkekang <42m m bmt berkualitas tawar. Hasil kajian sebaran air tanah payau-asin yang telah dibahas di atas, menunjukkan perubahan tatanan air tanah dan terkait erat dengan penentuan prioritas pengembangan wilayah yang memanfaatkan air tanah. Untuk mencegah dan mengurangi dampak negatif yang mungkin terjadi terhadap kondisi air tanah, dalam hal ini meluasnya sebaran air tanah payau-asin, diperlukan upaya pengendalian pemakaian air tanah, sesuai dengan tingkat kerusakan lingkungan air tanah, agar terjamin kelestarian pemakaiannya

Beberapa kegiatan dalam pengelolaan air tanah, khususnya hal yang dapat mendukung perencanaan pendayagunaan air tanah yang berkelanjutan dengan tidak menimbulkan dampak yang merugikan, antara lain berupa:

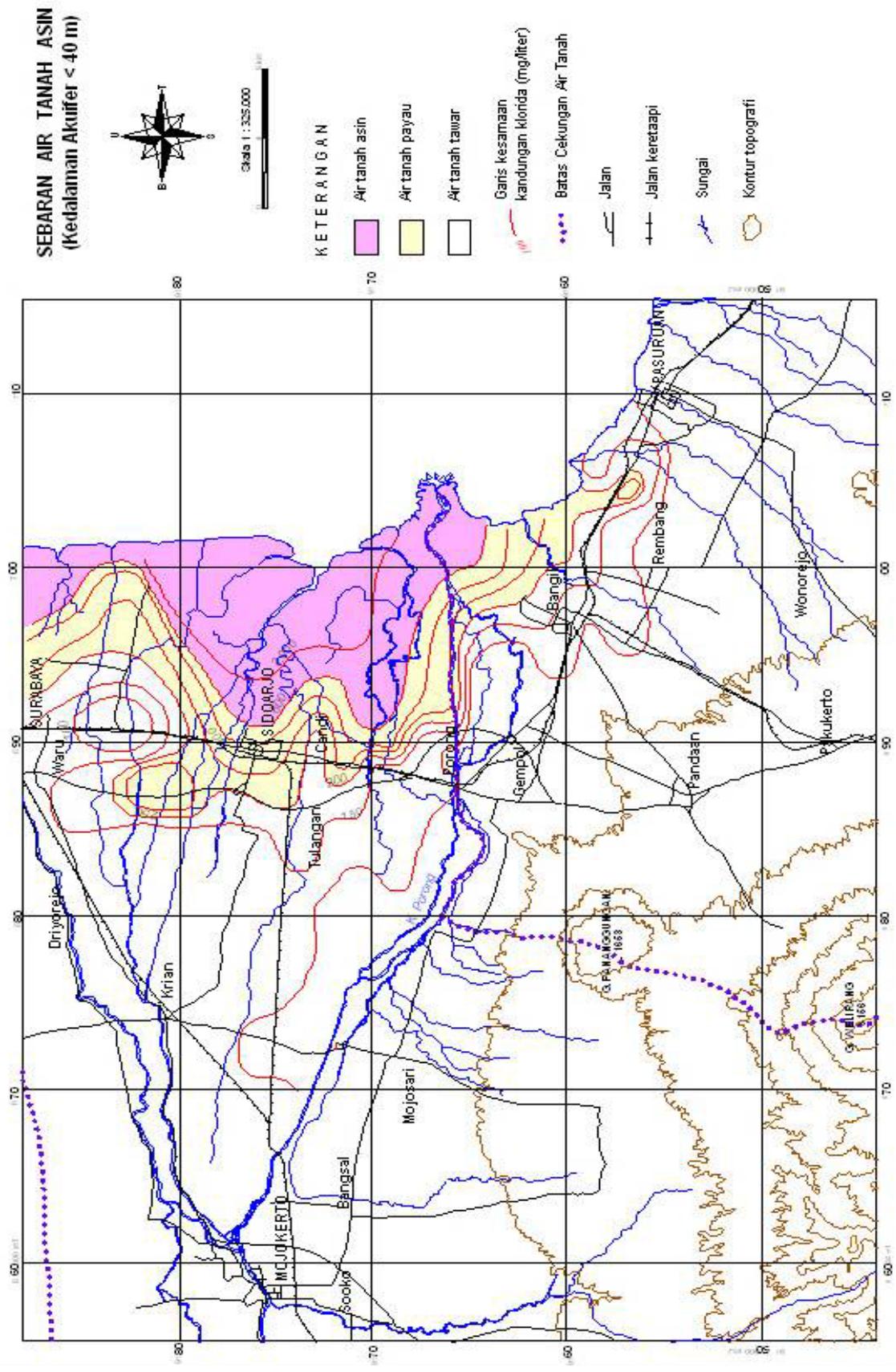
- 1) Pemantauan kualitas dan kuantitas air tanah perlu dilakukan secara periodik, terutama di wilayah padat pemukiman dan industri.
- 2) Perubahan fungsi lahan dan perlindungannya perlu dikendalikan dengan melibatkan berbagai unsur terkait, yaitu pemerintah, lembaga masyarakat serta masyarakat karena saat ini di daerah imbuhan air tanah cenderung mengalami perubahan lahan dari lahan vegetasi rapat alami (hutan) menjadi lahan yang lebih terbuka (ladang). Hal ini

akan mempengaruhi kelestarian air tanah, terutama mata air yang saat ini banyak dimanfaatkan.

- 3) Pengaturan kedalaman penyadapan air tanah di daerah kajian adalah sebagai berikut:
- 4) Penyadapan air tanah yang terkandung dalam akuifer tidak terkekang pada kedalaman kurang dari 40 m, hanya diperuntukkan bagi penyediaan air untuk rumah tangga dengan debit pemompaan tiap sumur 100 m³/bulan. Untuk keperluan niaga dan industry, penyadapan air tanah diusahakan dalam akuifer terkekang pada kedalaman lebih dari 40 m bmt. Di daerah dataran Waru-Krian-Sidoarjo-Porong-Bangil-Pasuruan-Wonorejo dan daerah selatan Mojosari, pemakaian air tanah pada kedalaman akuifer 40-125 m diperbolehkan dengan debit maksimum 300 m³/hari/sumur, dan jarak antar sumur minimum 100 m.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengkajian sebaran air tanah payau-asin dapat disimpulkan sebagai berikut ini: Batas sebaran air tanah payau-asin pada akuifer tidak terkekang di dataran Surabaya-Sidoarjo-Pasuruan, terdeteksi di daerah Waru 3,3 km, Sidoarjo 10,8 km, di Candi 5,9 km, di Tanggulangin 9,9 km, dan di Porong 8,7 km dari garis pantai saat ini. Sedangkan batas sebaran air tanah payau dengan air tanah tawar pada akuifer tidak terkekang di daerah Waru berada pada jarak 7,0 km dari garis pantai, di daerah Sidoarjo 15,4 km, di Candi 8,9 km, di Tanggulangin 13,2 km, di Porong 10,8 km, di Bangil 3,3 km, dan di daerah Rembang-Pasuruan 4,9 km dari garis pantai.



Gambar 6 Sebaran Air Tanah Asin

Kondisi alamiah kualitas air tanah di wilayah Kabupaten Pasuruan, pada umumnya sangat baik, kecuali air yang berada pada endapan pantai terasa agak payau. Namun akibat pengambilan air tanah yang cenderung makin meningkat, telah mengubah kondisi hidrolika air tanah yang berdampak terjadinya penurunan kualitas air tanah, yaitu meningkatnya kegaraman air tanah dan pencemaran limbah domestik. Kualitas air tanah dalam akuifer terkekang pada sumur bor di daerah Bangil yang berjarak \pm 4-5 km dari garis pantai pada umumnya masih tawar. Air tanah dari akuifer terkekang pada sumur bor di Bugul Lor kota Pasuruan yang berjarak \pm 2 km dari garis pantai sudah menjadi payau sampai asin.

Kondisi kualitas air tanah yang berada di daerah pantai ini, akan terus menurun apabila kecenderungan pemanfaatan dan pengambilan air tanah dari sumur bor terus meningkat. Oleh karena itu maka sebagaiantisipasi makin meluasnya gejala dampak negatif ini, menuntut perlunya upaya pencegahan. Langkah awal yang perlu dilakukan dalam upaya pencegahan di atas, adalah dengan melakukan identifikasi pemanfaatan air tanah dengan melakukan pengamatan menerus terhadap kedudukan muka air tanah dan kualitas air tanah, dan menghitung jumlah pengambilan air tanah pada saat ini.

Pemanfaatan air tanah lebih lanjut, harus memperhatikan kesimpulan di atas agar pendayagunaan air sesuai dengan lingkungan dan daya dukungnya terus terjaga. Berbagai kendala akhirnya dapat membatasi pemanfaatan, dan berpengaruh baik terhadap penurunan muka air tanah maupun penurunan kualitas air tanah karena meluasnya daerah sebaran air tanah payau-asin ke arah daratan. Hasil evaluasi ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan atau dasar pemikiran bagi pemda setempat dalam menentukan kebijakan awal dalam usaha pengelolaan sumber daya air tanah sesuai tanggung jawab dan wewenangnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Pasuruan, 2008, Identifikasi Pengelolaan dan Pemanfaatan Air Bawah Tanah di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur, Laporan Bappeda Kabupaten Pasuruan dan Pusat Lingkungan Geologi, Bandung
- Bakosurtanal, 2000, Peta Rupa Bumi Skala 1:250.000, Lembar Surabaya, Malang, Madiun dan Tulungagung.
- Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, 2005, Penentuan Zona Konservasi Air Tanah Di Daerah Surabaya-Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, Laporan PT. Hegar Daya dan Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Bandung
- Hendri S, Sukrisna & Takmat A, 1998, Peta Hidrogeologi Indonesia Skala 1:100.000 Lembar 1509-3 Tuban dan Lembar 1508-6 Mojokerto, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung
- Hendri S & Sukrisna, 2000, Penyelidikan Potensi Cekungan Air Tanah Mojokerto, Jawa Timur, Laporan Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
- Hendri S. dkk, 2009, ATLAS Cekungan Air Tanah Indonesia Skala 1:3200.000, Laporan Pusat Lingkungan Geologi, Bandung.
- Kevin Hiscock, 2005, Hydrogeology Principles and Practice, Blackwell Science Ltd
- Masdjuri & Djoko Warsito, 1992, Konservasi Air Tanah Surabaya-Pasuruan-Mojokerto dan sekitarnya, Laporan Direktorat Geologi Tata Lingkungan
- Notodarmojo, S., 2005, Pencemaran Tanah dan Air Tanah, Bandung Institut Teknologi Bandung.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, 2008, Penelitian Hidrogeologi Daerah Umbulan, Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air Bandung
- Santosa.S. dkk, 1992, Peta Geologi Lembar Surabaya, Kediri dan Malang, skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sudidadi dan Masdjuri, 1988, Survei Potensi Air Tanah Daerah Surabaya dan Sekitarnya, Jawa Timur, Laporan Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.