

PEMINTAKATAN DAERAH YANG RAWAN PENCEMARAN AIR TANAH
SEBAGAI DASAR PERENCANAAN PENYEDIAAN AIR BERSIH
DI DAERAH SURAKARTA

*(The Zoning of Risky Areas of Groundwater Pollution for Planning
the Ocean Water Provision in Surakarta)*

Oleh :

Alif Noor Anna

Fakultas Geografi

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta 57102, Telp. (0271) 717417
Psw. 151-153, Fax. (0271) 715448, E-mail: FORUM GEOGRAFI@yahoo.com

ABSTRACT

The research is carried out at the basic pillar in Surakarta that is estimated has a clear different at ground water quality. The goals of the research are (1) to know actually the distribution of Aerial Zoning at pollution level of the Ground Water, (2) to determine the priority scale of clean water supply. Data analysis used in the research are Tendentious Analysis and Geographical Information System. The result shows that ground water quality at the research place decreases. It can be proved by Tendentious Analysis that most of the ground water quality concentration parameter – after being examined – the lower place, the higher concentration. There are 21 quality parameters used for that reseach, 15 out of those have an inclining tendency, while the others are flat and decline. The result of 2 overlapping maps, actual zoning and potential zoning, shows that there is mismatching of risky polluted area. It is caused by human factors, some of them are population density, well construction, bad sanitation, individual septic tank, and industrial disposal from irrigation. Based on the result of the research, Clean Water District Corporation is expected to be able to determine priority scale of clean water supply to Surakarta and its surrounding.

Keywords: pemintakatan, pencemaran air tanah, perencanaan

PENDAHULUAN

Perkembangan Kota Surakarta yang begitu pesat, sebagaimana perkembangan kota-kota lainnya, berlangsung sesuai dengan kebutuhan masyarakatnya. Dalam kaitan ini fungsi kota sebagai pusat pemerintah, pusat perdagangan, pusat industri dan pusat

pelayanan jasa dapat dipastikan akan menarik masyarakat untuk tinggal di dalamnya atau di sekitarnya, sehingga perkembangan penduduk pun akhirnya banyak terkonsentrasi pada daerah ini. Hal ini terbukti dengan penambahan penduduk secara absolut yang semakin meningkat dari tahun

ke tahun. Jumlah hunian yang semakin meningkat ini tampak jelas dari perluasan daerah hunian yang sampai menembus luar daerah administrasinya.

Karakteristik problema perkotaan seperti itu berdampak luas, termasuk dampak pada segi kualitas lingkungan hidup yang berkaitan dengan kondisi hidrologi airtanah daerah yang bersangkutan. Kondisi hidrologi itu menyangkut kuantitas dan kualitas air. Dari segi kuantitas terjadi peningkatan penggunaan air, yang bila tidak seimbang dengan kapasitas sumber airnya pasti akan terjadi krisis kekurangan air, sedangkan dari segi kualitas air, akibat adanya pembuangan dari sisa penggunaan air, baik yang berasal dari rumah tangga, industri, dan bidang jasa tentu akan dapat mengubah atau bahkan menurunkan kualitas sumber air.

Sebagaimana diketahui airtanah adalah air bawah permukaan yang terdapat di dalam tanah dan batuan yang berada pada mintakat jenuh air (*zone saturated*) (Ward dan Robinson dalam Pebesma, 1996). Air ini mengalir ke daerah terendah dari permukaan airtanah, yang umumnya juga merupakan elemen yang rendah dalam suatu bentanglahan, seperti laut, danau, sungai, dan sebagainya. Airtanah tersebut kemudian keluar sebagai air permukaan.

Adapun kualitas suatu airtanah sangat berkaitan dengan proses terjadinya, yaitu dari proses infiltrasi sampai proses perkolasi, sehingga komposisi kimianya sangat tergantung dari komposisi air hujan, kondensasi yang mengakibatkan evapo-

transpirasi, dan pada absorpsi, desorpsi, serta pada reaksi kimia dan reaksi biokimia. Adapun dari segi fungsi, kualitas airtanah memper-syaratkan kandungan kimia tertentu yang sesuai dengan konsumsi manusia.

Kriteria kualitas seperti itu sayangnya tidak banyak diketahui oleh anggota masyarakat, sehingga mereka pun umumnya juga belum memperhatikan pentingnya kualitas airtanah. Kondisi ini sangat ironis karena jenis air ini masih diandalkan sebagai sumber air untuk pemenuhan kebutuhan hidup.

Kenyataan itu tampaknya diper-parah oleh fungsi ganda dari sumber air, yaitu sebagai pemenuhan kebutuhan air untuk hidup dan sekaligus juga sebagai tempat pembuangan limbah dari air yang telah digunakan. Akibat dari fungsi yang saling 'bertentangan' itu banyak terjadi penurunan kualitas sumber air di daerah perkotaan. Ini sesuai dengan hukum entropi (Sugeng Martopo, 1990). Akibat yang jelas terlihat adalah ketersediaan air bersih yang semakin sulit untuk didapatkan akibat dari semakin banyaknya limbah pemakaian, baik yang berasal dari rumah tangga, industri maupun jasa.

Atas dasar kerangka persoalan seperti itulah, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat pencemaran airtanah di daerah Surakarta, sebagai dasar dalam prioritas kebijakan distribusi air bersih. Dengan kata lain, penelitian ini juga bertujuan untuk menguak kondisi kualitas airtanah di daerah Surakarta. Bagaimana kondisi sebenarnya kualitas airtanah daerah ini merupakan hal yang sangat

penting untuk diketahui karena pemenuhan air bersih merupakan hal mendasar dalam hidup dan kehidupan.

Lerner (dalam *Currie and Pepper*, 1993) mengatakan bahwa sumber-sumber potensial airtanah di daerah perkotaan (*urban*) sebetulnya hampir sama. Sumber-sumber tersebut berasal dari: a). pembuangan limbah, baik yang diresapkan ke dalam tanah atau yang mengalir, b). Kebocoran saluran limbah, septic tank dan latrine, c). Limbah-limbah transportasi, dan d). Buangan dari pengolahan limbah (baik pengolahan air tawar maupun air asin).

Mekanisme terjadinya pencemaran airtanah lebih rumit dibandingkan dengan air permukaan. Miller menjelaskan bahwa unsur-unsur kimia yang akan masuk ke dalam airtanah, yaitu ketika unsur-unsur tersebut berpindah dari permukaan tanah ke permukaan airtanah (*water table*) harus melewati beberapa mintakat hidrologi yang berbeda (dalam Travis and Etnier, 1984).

Awalnya unsur-unsur polutan akan melewati mintakat tidak jenuh air (*unsaturated zone*). Unsur-unsur tersebut dapat berupa unsur pencemar cair atau berupa larutan pencemar dan presipitasinya bergerak ke bawah karena kekuatan gravitasi. Unsur-unsur itu akhirnya dapat menembus mintakat kapiler. Unsur-unsur polutan kimia tertentu terutama yang lebih ringan dari air akan mengambang di atas permukaan airtanah. Unsur-unsur tersebut akan bergerak dengan arah yang berbeda dan dengan tingkat yang berbeda dari pencemar yang terlarut pada daerah resapan.

Ketika pencemar yang larut mencapai permukaan airtanah maka akan masuk pada sistem airtanah. Semua pori-pori diantara partikel yang berada di bawah permukaan airtanah adalah jenuh air (*saturate*). Variasi kandungan pencemar pada mintakat ini tergantung pada kondisi geologinya. Oleh karena itu, unsur-unsur kimia terlarut dalam mintakat jenuh akan mengalir bersama airtanah sesuai gradien hidrolik maupun perbedaan *head-hydraulicnya*.

Karena aliran airtanah laminar maka unsur-unsur kimia terlarut akan mengikuti garis-garis aliran airtanah dan membentuk plume yang berbeda-beda. Todd (1980) menyatakan bahwa secara hipotetis penyebaran sumber pencemar cenderung berbentuk plume. Bentuk dan ukuran plume tergantung pada faktor kondisi geologi, aliran airtanah lokal maupun regional, tipe-tipe dan konsentrasi pencemar, kesinambungan dari limbah yang dibuang, serta berbagai aktivitas manusia yang memodifikasi sistem airtanahnya.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor fisik di atas, kemudian LeGrand membuat nilai (*scoring*) skala untuk setiap faktor. Dasar skoring yang diberikan bahwa skala rendah diberikan bagi keadaan yang memberikan kemungkinan terjadinya pencemaran yang terburuk. Hasil penjumlahan masing-masing skor dari lima faktor digunakan untuk mengklasifikasi tingkat pencemaran dalam airtanah, yang ditunjukkan pada Tabel 1. Penyajian hasil skoring maupun hasil klasifikasi digambarkan dalam bentuk peta.

Tabel 1. Klasifikasi Wilayah Tercemar

No	Total Nilai (Score)	Mintakat Kemungkinan Tercemar
1.	0 - <4	mudah tercemar
2.	4 - <8	mungkin tercemar
3.	8 - <12	mungkin tetapi sulit
4.	12 - <25	sangat sulit
5.	25 - 35	tidak mungkin

Sumber: Todd, 1980 dengan modifikasi

Contoh hasil yang penelitian yang memberi gambaran tentang menurunnya kapasitas daya dukung fungsi lahan akibat tahanan dinamika kependudukan di Surakarta dilakukan oleh Totok Gunawan (1992). Hasil penelitiannya menunjukkan terjadinya ketidakseimbangan dalam tata air di mana pembuangan limbah telah mencemari badan air baik air sungai maupun airtanah.

Kualitas air sungai sebelum masuk kota hampir seluruh unsur-unsur yang diteliti masih di bawah standar baku mutu golongan D, kecuali amonium (NH_4), nitrat (NO_3) dan COD, sedang setelah melewati kota kandungan unsur meningkat pesat dan bahkan melebihi baku mutu golongan D. Pada daerah Pemekaran kota kualitas airtanah (dari sumur gali) menunjukkan kondisi yang perlu mendapat perhatian. Di daerah Solo Baru daya hantar listrik dan amonium telah melampaui batas, di perumahan Palur kandungan sulfat (SO_4) dan logam timbal (Pb) telah pula melampaui dan demikian pula yang terjadi di perumahan Fajar Indah.

Studi sejenis di daerah yang berbeda antara lain pernah dilakukan oleh Sudarmadji

dan Suyono (1993) di tiga ibukota kecamatan (yaitu Kutowinangun, Prembun, Kotoarjo). Penelitian ini terfokus pada kualitas airtanah dalam kaitannya dengan sanitasi dan hasilnya menunjukkan bahwa airtanah di daerah itu ternyata telah tercemar. Kandungan parameter yang diteliti seperti nitrat, nitrit, clorida dan bakteri coli di tengah kota menunjukkan kadar yang tinggi dan BOD telah melampaui ambang batas baku mutu golongan B.

Beberapa studi di atas menunjukkan bahwa daerah perkotaan sangat potensial terjadi pencemaran terhadap sumber air. Hal ini terjadi karena jumlah pencemar sumber pencemar dan macam unsur yang terdapat pada pencemar (polutan) juga sangat banyak.

Sebagai konsekwensi lainnya adalah daerah perkotaan semakin lama semakin sulit untuk mendapatkan air bersih. Padahal sumber air bersih di daerah perkotaan sementara ini penyediaannya tergantung pada kapasitas produksi PDAM setempat. Sementara itu umumnya PDAM belum dapat menyediakan permintaan air bersih bagi masyarakatnya. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan yang matang, di mana mintakat daerah yang rawan terjadi pencemaran airtanah merupakan dasar pertimbangan untuk membuat perencanaan pensuplaian air bersih. Daerah yang lebih rawan terjadi pencemaran lebih diprioritaskan untuk mendapatkan suplai air bersih daripada daerah yang tidak rawan.

Didasarkan latar belakang, maka terdapat dua perumusan pokok dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana distribusi mintakat (*zone*) tingkat pencemaran airtanah di daerah Surakarta secara aktual?
2. Lokasi mana sajakah yang perlu mendapat prioritas suplay air bersih sebagai implikasi dari daerah yang pencemaran airtanahnya tergolong tinggi?

Berpijak pada uraian sebelumnya yang melatarbelakangi permasalahan serta memperhatikan rumusan penelitian, maka penelitian ini bertujuan :

1. Mengetahui distribusi mintakat (*zone*) tingkat pencemaran airtanah di daerah Surakarta secara aktual.
2. Menentukan mintakat daerah rawan pencemaran guna menentukan prioritas suplai air bersih.

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat yang bersifat praktis dan teoritis. Manfaat yang bersifat praktis dari penelitian ini yaitu bahwa hasil penelitian diharapkan dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan dalam penyempurnaan pembangunan distribusi jaringan air bersih daerah Surakarta. Dalam perspektif yang berbeda hasil penelitian ini diharapkan pula dapat digunakan sebagai informasi penting untuk pengelolaan sumber airtanah agar keberadaan sumber air itu dapat terus terjaga kelestariannya.

Adapun kontribusi yang bersifat teoritis yaitu bahwa hasil penelitian ini

diharapkan dapat mempertajam kajian tentang penurunan kualitas air dan faktor-faktor penyebabnya yang terjadi pada daerah perkotaan.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian dan Pendekatan yang Digunakan

Penelitian ini merupakan penelitian diskriptif komparatif yang dilakukan pada seluruh daerah penelitian yang dimungkinkan mempunyai perbedaan nyata mengenai kualitas airtanah dengan jalan menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya yaitu penurunan kualitas air. Oleh karena itu, pendekatan yang digunakan adalah geographic approach dengan cara regional analisis.

Adapun yang dimaksud regional analysis adalah analisis yang mempelajari adanya perbedaan kualitas airtanah dalam suatu wilayah yang diakibatkan oleh adanya interaksi variabel kegiatan manusia dan lingkungannya.

2. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulannya

Lokasi daerah penelitian daerah Surakarta beserta wilayah yang ada di sekitarnya yang dibatasi oleh Sungai Pepe dan Sungai Wiro pada sebelah Utara dan Selatan. Adapun Sungai Bengawan Solo dan kontur 200 m pada sebelah Timur dan Barat daerah penelitian. Daerah tersebut merupakan daerah sistem hidrologi airtanah daerah Surakarta dan juga merupakan segmen pemasaran PDAM.

Populasi penelitian adalah airtanah bebas dan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas airtanahnya. Distribusi airtanah di daerah penelitian ditekankan pada kecenderungan kualitas dari hulu (sebagai tempat keluarnya mata air) sampai daerah *discharge*-nya yang diperhitungkan berdasarkan aliran airtanah dan penggunaan lahan.

a) Sampel airtanah dan pengambilannya

Atas dasar pertimbangan tujuan dari luas daerah penelitian supaya representatif dan dengan tidak mengurangi variabilitas maupun validitas data, pengambilan sampel menggunakan cara *purposive proporsional random sampling*. Dalam hal ini dipilih populasi airtanah yang berada pada kontur dan penggunaan lahan tertentu. Disamping itu, pengambilan sampel juga mempertimbangkan kepadatan permukiman pada suatu kelompok tertentu yang terlebih dahulu diklasifikasikan (menjadi 6 kelas). Pertimbangan ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang rinci tentang dampak kondisi kepadatan permukiman yang bervariasi.

b) Sampel tanah dan pengambilannya

Untuk mengetahui daya serap tanah terhadap unsur pencemar, maka diambil sampel tanah untuk diuji teksturnya. Hal ini dilakukan karena tekstur tanah sangat berpengaruh terhadap daya serapnya terhadap pencemar. Adapun pengambilannya dilakukan dengan cara *purposive sampling*, yaitu pengambilannya disesuaikan dengan sebaran jenis tanah di daerah penelitian. Jumlah sampel tanah diambil sebanyak 8 buah sampel dan dianalisis di laboratorium untuk

mengetahui tekstur tanah sebagai daya absorpsi tanah terhadap pencemarnya.

c) Sampel data bor dan pengambilannya

Data ini digunakan untuk mengetahui material penyusun akifer airtanah bebas yang berada di daerah penelitian. Cara sampling yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu ditentukan dengan sebaran formasi geologi yang disesuaikan dengan ketersediaan data dari Dinas Pertambangan Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Tengah dari Kantor Proyek Pengembangan dan Penyediaan Air Bersih (P3AB) Daerah Tingkat I Jawa Tengah. Sampel data bor yang diambil sebanyak 8 buah, untuk diinterpretasi material akifer tak tertekan di daerah penelitian.

d) Wawancara dengan masyarakat

Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui sarana pelayanan PDAM, fluktuasi, konstruksi sumur, cara pembuangan limbah rumah tangga, ceking pembuangan limbah dari jasa dan industri, dan berbagai dampak penggunaan airtanah pada rumah tangga. Informasi ini digunakan untuk recek implikasi penggunaan airtanah untuk rumah tangga. Jumlah responden yang diwawancarai sebanyak 30 orang sesuai dengan sampel airtanah yang diambil.

Rangkaian kelengkapan data penelitian ini masih memerlukan bahan-bahan berikut:

- (1) Peta penggunaan lahan daerah penelitian. Peta penggunaan lahan dibuat dengan cara penggabungan dari hasil interpretasi foto udara infra merah berwarna dari Totok Gunawan (1992) untuk daerah Surakarta dan sekitarnya.

- (2) Peta topografi lembar Surakarta berskala 1 : 50.000 digunakan sebagai peta dasar.
- (3) Peta situasi Kotamadya Surakarta berskala 1 : 25.000. Peta ini bergungsi sebagai pengeplotan sebaran dari sumur (untuk pembuatan kontur airtanah ataupun sumur observasi).
- (4) Peta geologi lembar Surakarta skala 1 : 50.000 untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian.
- (5) Peta hidrogeologi lembar Yogyakarta (Jawa) skala 1 : 250.000.
- (6) Peta jaringan drainase Kodia Surakarta dan Kecamatan Kartasura dengan skala 1 : 25.000.

3. Teknik Analisa Data

Setelah memperoleh semua data yang dibutuhkan selanjutnya data disajikan secara grafis dan kemudian diwujudkan dalam bentuk peta. Dalam penelitian ini analisis data kualitas air menggunakan cara analisis kecenderungan (*trend analysis*) antara faktor jarak dengan parameter unsur yang diteliti. Selain itu data fisik dan data kualitas air disajikan dalam bentuk peta melalui SIG untuk mengetahui agihan tingkat pencemaran airtanah secara potensial dan aktual.

Cara klasifikasi dan scoring permintakatan secara potensial daerah yang rentan pencemaran Klasifikasi faktor fisik alami didasarkan ide Le Grand yang dalam pemertapannya disesuaikan dengan kondisi daerah penelitian. Dalam penelitian ini hanya dipilih 3 faktor fisik yang paling dominan mempengaruhi pencemaran airtanah. Faktor-faktor yang dimaksud adalah kedalaman ke per-

mukaan airtanah, penyerapan di atas permukaan airtanah (sebagai tekstur tanah), dan material penyusun akifer (sebagai permeabilitas). Klasifikasi dan scoring terlihat dari Tabel 2 - 5.

Tabel 2. Klasifikasi Pemintakatan Daerah Rentan Pencemaran Airtanah secara Potensial

No	Total Nilai (score)	Mintakat Kemungkinan
1	0 - < 3,5	Mudah tercemar
2	3,5 - < 7	Mungkin tercemar
3	7 - < 10,5	Mungkin tetapi sulit
4	10,5- < 14	Sangat sulit
5	14 - > 16	Tidak mungkin

Sumber: Todd, 1980 dengan perubahan

Tabel 3. Kedalaman ke Permukaan Airtanah

No.	Kedalaman (meter)	score (nilai)
1	0 - < 7	3
2	7 - < 15	5
3	> 15	7

Sumber : Todd, 1980 dengan perubahan

Tabel 4. Penyerapan di atas Permukaan Airtanah

No	Tekstur	Score (nilai)
1	Geluh Berpasir	3
2	Geluh Berlempung	4
3	Lempung Berpasir	5
4	Lempung	6

Sumber : Todd, 1980 dengan perubahan

Tabel 5. Material Penyusun Akifer

No	Jenis Material	Score (nilai)
1	Breksi, pasir, gravel	1
2	Pasir gravel tufaan, pasir tufaan	2
3	Pasir lempung	3

Sumber : Todd, 1980 dengan perubahan

Cara klasifikasi pemintakatan daerah pencemaran secara aktual

Klasifikasi daerah rentan pencemaran secara aktual didasarkan atas unsur-unsur kualitas air yang terdiri atas sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi. Adapun cara skatung tercantum pada Tabel 6 dan Tabel 7. Adapun Tabel 8 dan Tabel 9 merupakan karakteristik pembatas kualitas airtanah, yang dalam klasifikasi digunakan sebagai faktor pengali. Selanjutnya dilakukan klasifikasi mintakat daerah tercemar secara aktual yang terdapat pada Tabel 10.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Indikator kualitas airtanah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas sifat fisik, sifat kimia, dan sifat bakteriologis. Adapun parameter dari masing-masing sifat airtanah tersebut adalah :

1. Sifat fisik : rasa dan bau , suhu, kekeruhan, dan DHL
2. Sifat Kimia : pH, Cl , Mg, Na, Ka, Fe, Cl, NH₄, Nitrat, Nitrat, Sulfat, Carbonat, Bicarbonat, Kesadahan, dan BOD
3. Bakterologis : Bakteri Coli

Sifat fisik airtanah merupakan indikasi termudah untuk melihat perubahan kualitas air secara visual tetapi tidak semua parameter sifat fisik tersebut dapat dinyatakan secara kuantitatif, diantaranya adalah rasa dan bau. Parameter tersebut dinyatakan secara kualitatif. Oleh karena itu untuk memperkuat

Tabel 7. Skor Sifat Fisik Airtanah

No	Karakteristik	Skor
1	Dari unsur yang diteliti tidak terdapat unsur yang melebihi baku mutu air minum	3
2	Terdapat satu macam unsur yang melebihi baku mutu air minum tetapi tidak mengindikasikan pencemaran	2
3	Terdapat unsur yang melebihi baku mutu air minum dan sudah menandakan adanya indikasi pencemaran	1

Tabel 7. Skor Sifat Kimia Airtanah

No	Karakteristik	Skor
1	Tidak terdapat satu unsur yang melebihi baku mutu untuk air minum	3
2	Terdapat satu atau lebih unsur yang melebihi baku mutu untuk air minum, tetapi masih dapat diolah secara sederhana	2
3	Terdapat satu atau lebih unsur yang melebihi baku mutu untuk air minum dan sudah mengindikasikan pencemaran	1

Tabel 8. Skor Faktor Pembatas dari Sifat Bakteriologis Airtanah

No	Karakteristik	Skor Pembatas
1	Tidak terkandung bakteri koli dalam airtanah	1
2	Terkandung bakteri koli dalam airtanah	0

Tabel 9. Skor Faktor Pembatas dari Sifat Kimia Airtanah

No	Karakteristik	Skor Pembatas
1	Tidak terkandung unsur nitrat dalam airtanah	1
2	Terkandung unsur nitrat dalam airtanah	0

Tabel 10. Klasifikasi Pemintakatan Daerah Rentan Pencemaran secara Aktual

No	Mintakat Daerah Rentan Pencemaran Aktual	Total Skor
1	Mintakat daerah tercemar tinggi	0-<2
2	Mintakat daerah tercemar sedang	2-<4
3	Mintakat daerah tercemar rendah	4 - 6

indikasi kualitas airtanah maka juga diteliti sifat kimia dan sifat bakteriologisnya. Hasil pengukuran diperoleh bahwa sebagian besar sampel ternyata tidak berasa dan tidak berbau kecuali di daerah Kaliwingko Surakarta, Manahan, Banyudono. Adapun parameter suhu umumnya berkisar pada suhu 27 °C dan masih dalam kisaran normal. Sedangkan kekeruhan dari hasil analisis kecenderungan menunjukkan trend naik ke arah kota dan terdapat 15 sampel yang melebihi baku mutu air minum (=5 ppm). Selanjutnya DHL menunjukkan trend naik ke arah kota, variasi konsentrasinya antara 208 - 4740 imhos/cm, yang berarti masih berada pada julat ketenumannya (=100 - 5000 imhos/cm). Hasil analisa sifat kimia airtanah yang terdiri dari 16 parameter menunjukkan bahwa terdapat 12 parameter yang memperlihatkan trend naik diantaranya ada 3 parameter yang sudah melebihi standar baku mutu air minum. Parameter tersebut adalah Clorida (Cl), Nitrit

(NO₂) dan Nitrat (NO₃). Tiga parameter yang lain menunjukkan trend menurun yaitu (Ca, Fe, SO₄), dari ketiga 3 parameter tersebut, terdapat 1 parameter yang sudah melebihi standar baku mutu air minum yaitu Fe (besi).

Adapun hasil analisis sifat bakteriologis yang diwakili oleh konsentrasi bakteri coli menunjukkan trend naik dengan kisaran 39 - >2400 MPN. Keberadaan bakteri coli dalam airtanah ini sudah menunjukkan pencemaran airtanah karena bakteri tersebut berasal dari penghuni tetap faeses. Dengan demikian airtanah daerah penelitian sudah terkontaminasi oleh limbah rumah tangga yang bersumber dari septic tank individual, secara jelas ditunjukkan pada gambar 1 hingga gambar 18.

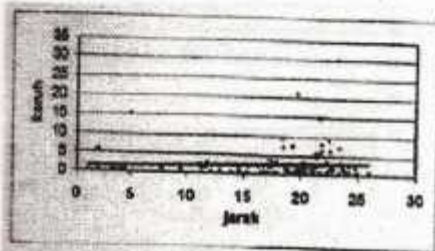
Evaluasi Mintakat Daerah Rawan Pencemaran Airtanah secara Potensial dengan Mintakat Daerah Rawan Pencemaran Secara Aktual

Pemintakatan daerah rawan pencemaran airtanah secara potensial dibuat alas dasar faktor tiga fisik seperti tercantum pada Tabel 3 sampai dengan Tabel 5. Selanjutnya dilakukan klasifikasi menjadi 5 kelas seperti Tabel 2 dan penyajian hasil melalui proses SIG diwujudkan dalam Gambar 19. Adapun pemintakatan daerah rawan pencemaran secara aktual yang didasarkan atas sifat-sifat airtanah (lihat Tabel 6 sampai dengan Tabel 10) disajikan dalam Gambar 20.

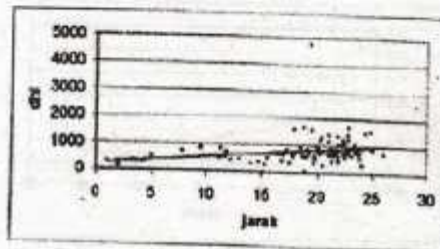
Hasil yang didapat dari Gambar 19 (pencemaran potensial) menunjukkan bahwa daerah penelitian ternyata terdapat dua mintakat daerah rawan pencemaran air tanah yaitu mintakat daerah mungkin tetapi sulit tercemar dan mintakat daerah sangat sulit tercemar. Penyebaran pada mintakat daerah mungkin tetapi sulit tercemar terdapat di daerah Teras, Banyudono (Boyolali), Ngasem Colomadu (Karanganyar), Kartasura (Sukoharjo), sebagian Laweyan dan Jebres (Surakarta), sedangkan sisanya merupakan mintakat daerah sangat sulit tercemar yang tersebar antara lain di daerah Banjarsari, Pasar Kliwon, sebagian Laweyan dan sebagian Jebres (Surakarta). Adapun hasil pemintakatan daerah rawan pencemaran secara Aktual ternyata terdapat tiga mintakat yaitu mintakat tercemar tinggi, mintakat tercemar dan mintakat tidak tercemar. Mintakat daerah tercemar tinggi tersebar di daerah sebagian besar daerah penelitian yaitu Ngasem (Colomadu),

Kartasura (Sukoharjo) dan Kodia Surakarta kecuali daerah Sangkrah dan Semanggi (Kecamatan Pasar Kliwon). Mintakat daerah tercemar tersebar di Teras (Boyolali) dan sebagian Pasar Kliwon dan mintakat daerah tidak tercemar terdapat di daerah Banyudono.

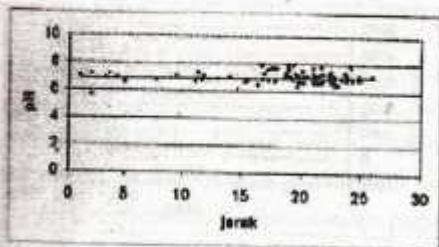
Tumpang susun dari ke-2 gambar (secara potensial dan secara aktual) disajikan pada Gambar 21, ternyata memperlihatkan ketidaksesuaian. Mintakat yang secara potensial termasuk daerah mungkin tetapi sulit pada kenyataannya sebagian besar sudah tercemar tinggi yang diperlihatkan oleh sifat airtanah yang sudah terkandung bakteri coli dan unsur nitrat (sebagai faktor pembatas). Di samping itu hal ini didasarkan atas penggunaan lahannya terlihat bahwa pada wilayah ini merupakan daerah perkembangan kota Surakarta yang diperkirakan sebagai sumber suplai polutan. Daerah perkembangan ini penggunaan lahannya digunakan untuk permukiman, sehingga dimungkinkan banyak terakumulasi limbah rumah tangga yang dibuang ke dalam tanah. Pada sisi lain walaupun kepadatan penduduk cukup variatif (dari kelas II sampai VI), tetapi kenyataannya daerah ini termasuk mintakat tercemar tinggi. Kondisi demikian selain disebabkan oleh kuantitas limbah yang dihasilkan dapat pula dikarenakan cara pembuangan limbah dan sanitasi daerah yang bersangkutan kurang baik. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pada daerah Banyudono bagian Timur cara pembuangan limbah rumah tangga dengan membuat comberan yang relatif berdekatan dengan sumur dan umumnya konstruksi sumurnya semi permanen, sehingga kontaminasi



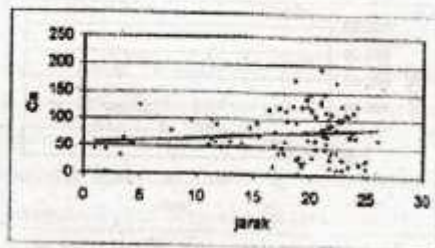
Gambar 1. Hubungan Antara Kekeruhan dengan Jarak



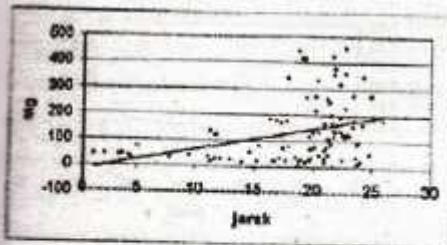
Gambar 2. Hubungan Daya Hantar Listrik dengan Jarak



Gambar 3. Hubungan Antara pH dengan Jarak



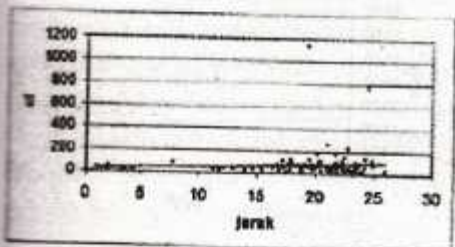
Gambar 4. Hubungan Antara Ca dengan Jarak



Gambar 5. Hubungan Antara Mg dengan Jarak



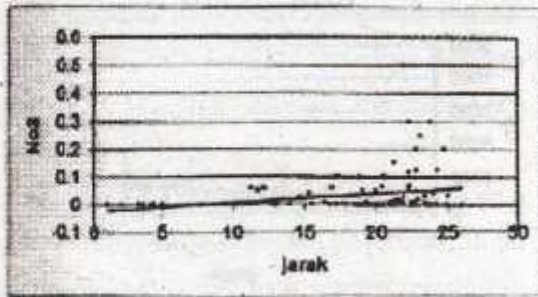
Gambar 6. Hubungan Antara Fe dengan Jarak



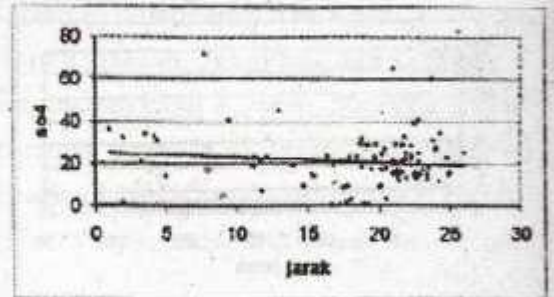
Gambar 7. Hubungan Antara Cl dengan Jarak



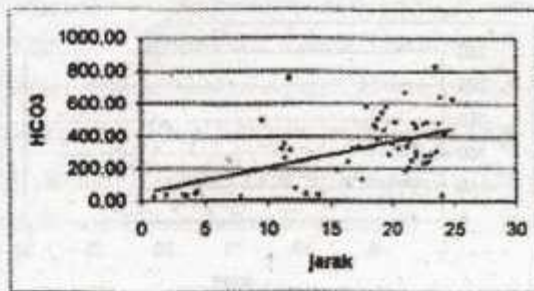
Gambar 8. Hubungan Antara Mn4 dengan Jarak



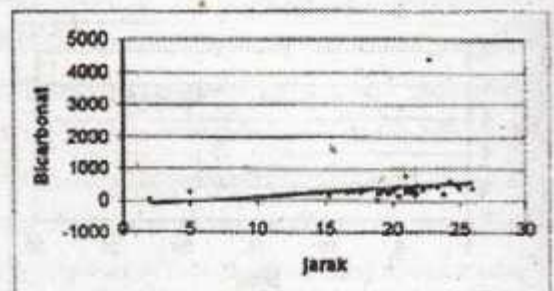
Gambar 9. Hubungan Antara NO_2 dengan Jarak



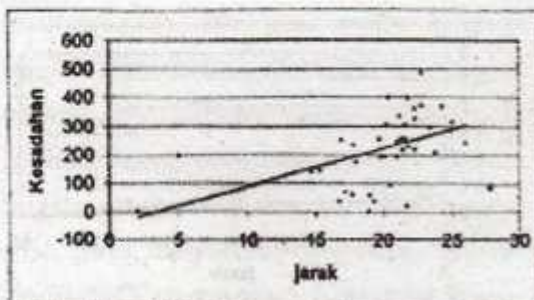
Gambar 10. Hubungan Antara SO_4 dengan Jarak



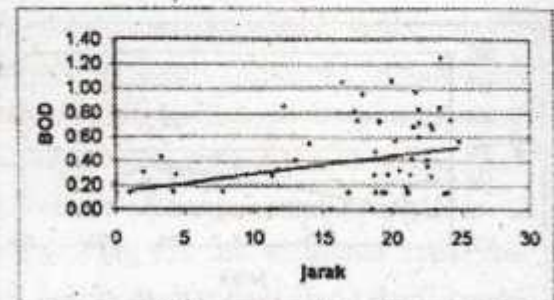
Gambar 11. Hubungan Antara HCO_3 dengan Jarak



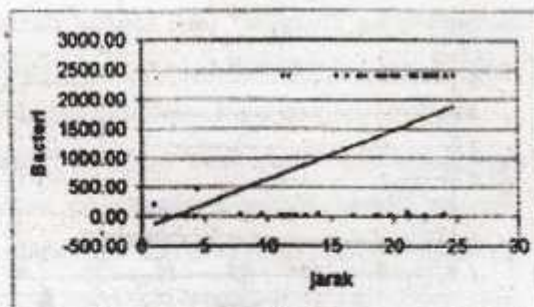
Gambar 12. Hubungan Antara Bicarbonat dengan Jarak



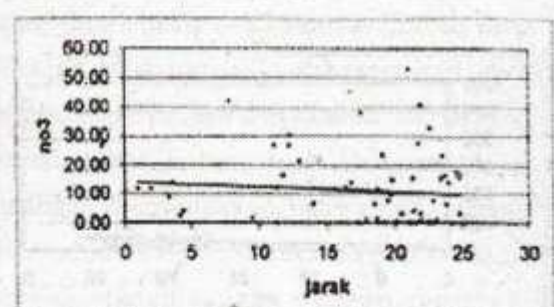
Gambar 13. Hubungan Antara Kesadahan dengan Jarak



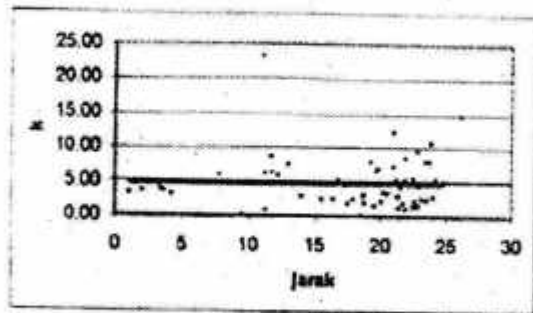
Gambar 14. Hubungan Antara BOD dengan Jarak



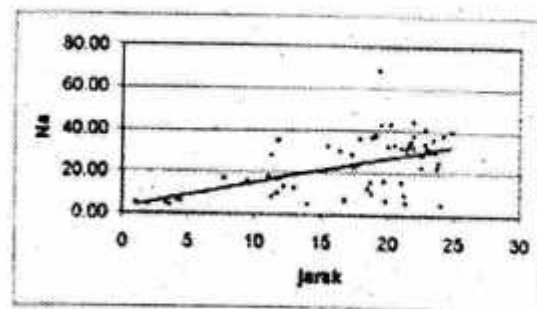
Gambar 15. Hubungan Antara Bacteri dengan Jarak



Gambar 16. Hubungan Antara NO_3 dengan Jarak



Gambar 17. Hubungan Antara K dengan Jarak



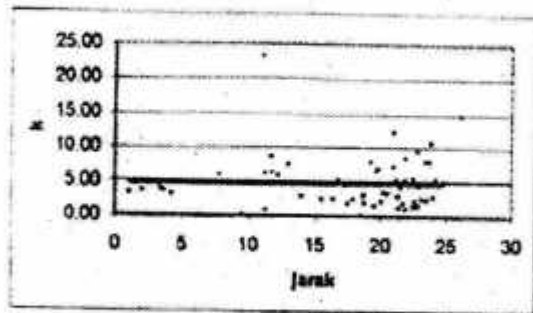
Gambar 18. Hubungan Antara Na dengan Jarak

airtanah mudah terjadi. Daerah Ngasem yang secara potensial seharusnya sulit tercemar, tetapi pada kenyataannya termasuk kelas tercemar tinggi. Hal ini dikarenakan pada daerah ini terdapat banyak industri, dimana dalam pembuangan limbah hanya disalurkan ke dalam irigasi yang letaknya berdekatan dengan lokasi pabrik tanpa dilakukan pengolahan. Adapun untuk daerah Surakarta lebih disebabkan oleh kepadatan permukiman (kelas III sampai VI). Dengan demikian hasil limbah rumah tangga cukup banyak, di samping itu penduduk Surakarta sampai saat ini sebanyak 71% masih menggunakan septic tank individual dan 30% dari jumlah tersebut tidak memenuhi persyaratan teknis (Widiarto 2001). Sanitasi daerah Surakarta saat ini banyak yang sudah tidak memenuhi syarat (rusak), karena merupakan bangunan sanitasi lama (peninggalan Kasunanan dan Belanda). Kondisi demikian dapat dibuktikan dengan analisa sifat airtanah yang mengandung bakteri coli lebih dari 2000 MPN dan sudah terlarutnya unsur nitrat dalam airtanah (baku mutu nitrat harus nihil).

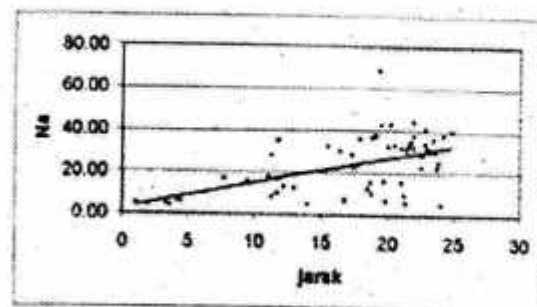
Pada mintakat tercemar secara aktual yang tersebar di dua wilayah yaitu daerah Teras

dan sebagian daerah Pasar Kliwon, dimana secara potensial kedua daerah tersebut seharusnya masing-masing merupakan daerah mungkin tercemar tetapi sulit dan sangat sulit tercemar. Penurunan klasifikasi mintakat ini disebabkan karena sistem-sanitasi kurang baik. Sanitasi daerah Teras tidak ada, pembuangan limbah rumah tangga daerah ini dengan membuat lubang comberan yang berdekatan dengan sumunya. Adapun untuk daerah Pasar Kliwon lebih disebabkan bangunan sanitasi sudah banyak yang rusak dan sebagian penduduk masih menggunakan airtanah untuk air minum dan belum menggunakan sumber air bersih dari PAM.

Dari semua daerah penelitian hanya daerah Banyudono bagian Barat (Ngaru-ar, Ketaun dan Bendan) yang secara aktual termasuk pada mintakat tidak tercemar. Hal ini terlihat dari analisa sifat airnya yang tidak terkandung unsur nitrat dan bakteri coli. Di samping itu bila dilihat dari kepadatan penduduk daerah ini termasuk pada kelas rendah yaitu kelas I, sehingga kemungkinan keniampuan lahan untuk mengabsorpsi bahan polutan masih baik.



Gambar 17. Hubungan Antara K dengan Jarak



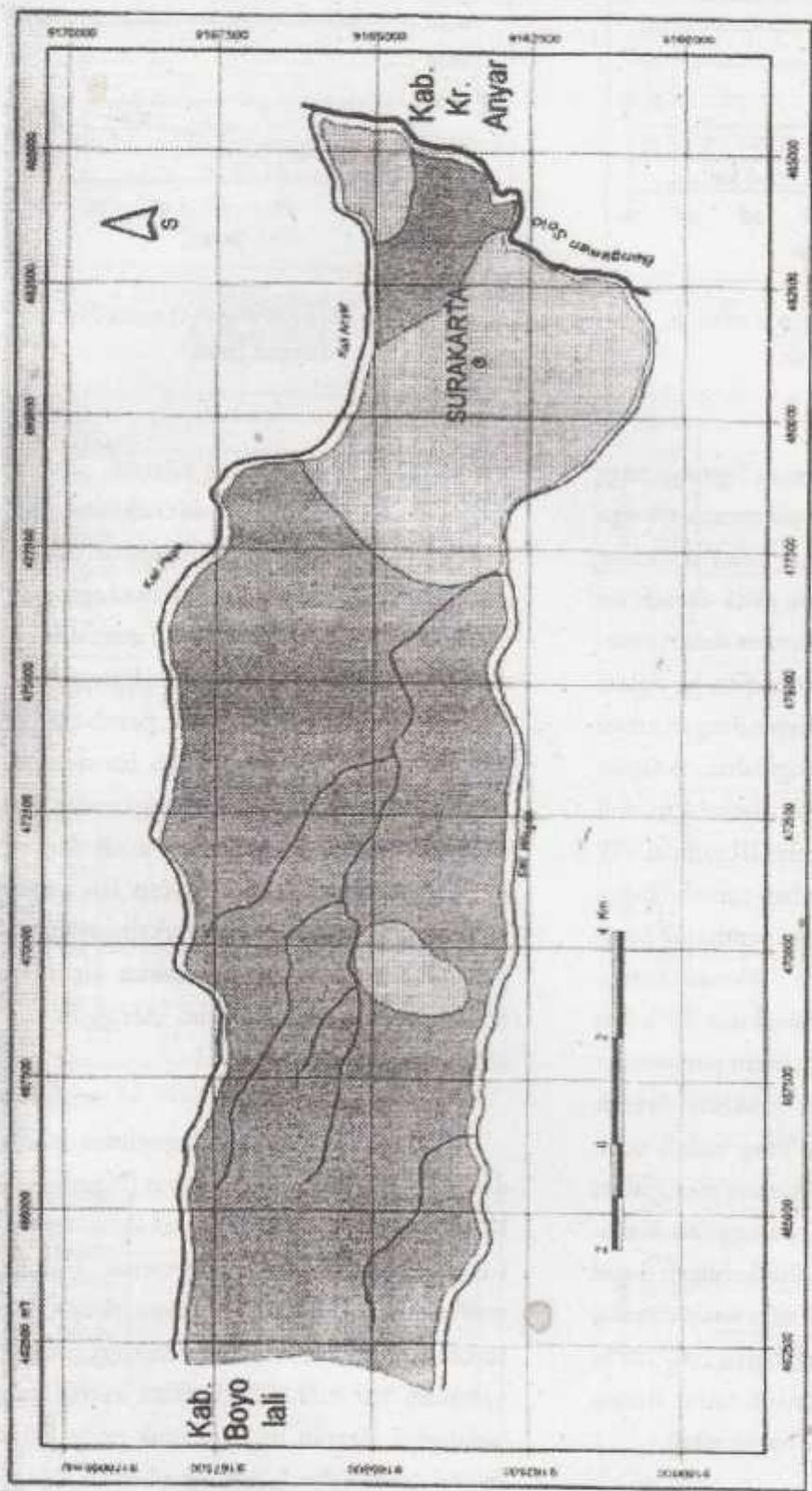
Gambar 18. Hubungan Antara Na dengan Jarak

airtanah mudah terjadi. Daerah Ngasem yang secara potensial seharusnya sulit tercemar, tetapi pada kenyataannya termasuk kelas tercemar tinggi. Hal ini dikarenakan pada daerah ini terdapat banyak industri, dimana dalam pembuangan limbah hanya disalurkan ke dalam irigasi yang letaknya berdekatan dengan lokasi pabrik tanpa dilakukan pengolahan. Adapun untuk daerah Surakarta lebih disebabkan oleh kepadatan permukiman (kelas III sampai VI). Dengan demikian hasil limbah rumah tangga cukup banyak, di samping itu penduduk Surakarta sampai saat ini sebanyak 71% masih menggunakan septic tank individual dan 30% dari jumlah tersebut tidak memenuhi persyaratan teknis (Widiarto 2001). Sanitasi daerah Surakarta saat ini banyak yang sudah tidak memenuhi syarat (rusak), karena merupakan bangunan sanitasi lama (peninggalan Kasunanan dan Belanda). Kondisi demikian dapat dibuktikan dengan analisa sifat airtanah yang mengandung bakteri coli lebih dari 2000 MPN dan sudah terlarutnya unsur nitrat dalam airtanah (baku mutu nitrat harus nihil).

Pada mintakat tercemar secara aktual yang tersebar di dua wilayah yaitu daerah Teras

dan sebagian daerah Pasar Kliwon, dimana secara potensial kedua daerah tersebut seharusnya masing-masing merupakan daerah mungkin tercemar tetapi sulit dan sangat sulit tercemar. Penurunan klasifikasi mintakat ini disebabkan karena sistem-sanitasi kurang baik. Sanitasi daerah Teras tidak ada, pembuangan limbah rumah tangga daerah ini dengan membuat lubang comberan yang berdekatan dengan sumunya. Adapun untuk daerah Pasar Kliwon lebih disebabkan bangunan sanitasi sudah banyak yang rusak dan sebagian penduduk masih menggunakan airtanah untuk air minum dan belum menggunakan sumber air bersih dari PAM.

Dari semua daerah penelitian hanya daerah Banyudono bagian Barat (Ngaru-ar, Ketaun dan Bendan) yang secara aktual termasuk pada mintakat tidak tercemar. Hal ini terlihat dari analisa sifat airnya yang tidak terkandung unsur nitrat dan bakteri coli. Di samping itu bila dilihat dari kepadatan penduduk daerah ini termasuk pada kelas rendah yaitu kelas I, sehingga kemungkinan keniampuan lahan untuk mengabsorpsi bahan polutan masih baik.



Dibuat oleh : AM Floor Anna, 2002

Sumber :

1. Peta Topografi Skala 1 : 50.000
2. Data Primer (analisa kualitas air, Tekstur Tanah)
3. Data Bdr

LEGENDA :

Mintakat Pencemaran Potensial

- Mungkin Terepap Sulfid
- Sangat Sulit

Gambar 19. Mintakat Pencemaran Potensial Daerah Penelitian

Dengan demikian terjadinya ketidaksesuaian mintakat daerah rawan pencemaran secara potensial dengan aktual disebabkan antara lain:

- A. cara pembuangan limbah rumah tangga yang masih konvensional,
- B. bangunan sanitasi banyak yang rusak,
- C. tingginya kepadatan penduduk,
- D. septic tank bersifat individual, dan
- E. pembuangan limbah industri belum diolah dibuang dalam saluran irigasi.

Selain itu, mengingat sampai saat ini di daerah penelitian sebagian besar masih mengandalkan airtanah bebas sebagai air minum, maka PDAM Surakarta mempunyai peran besar dalam pengadaan air bersih daerah. Hal ini terlihat jelas dari Gambar 20 (aktual) sebagian besar sudah termasuk mintakat daerah tercemar tinggi. Dengan demikian dalam perencanaan pen-suplai-an air bersih dari PDAM prioritas utama disalurkan pada mintakat tercemar tinggi, baru kemudian pada mintakat tercemar.

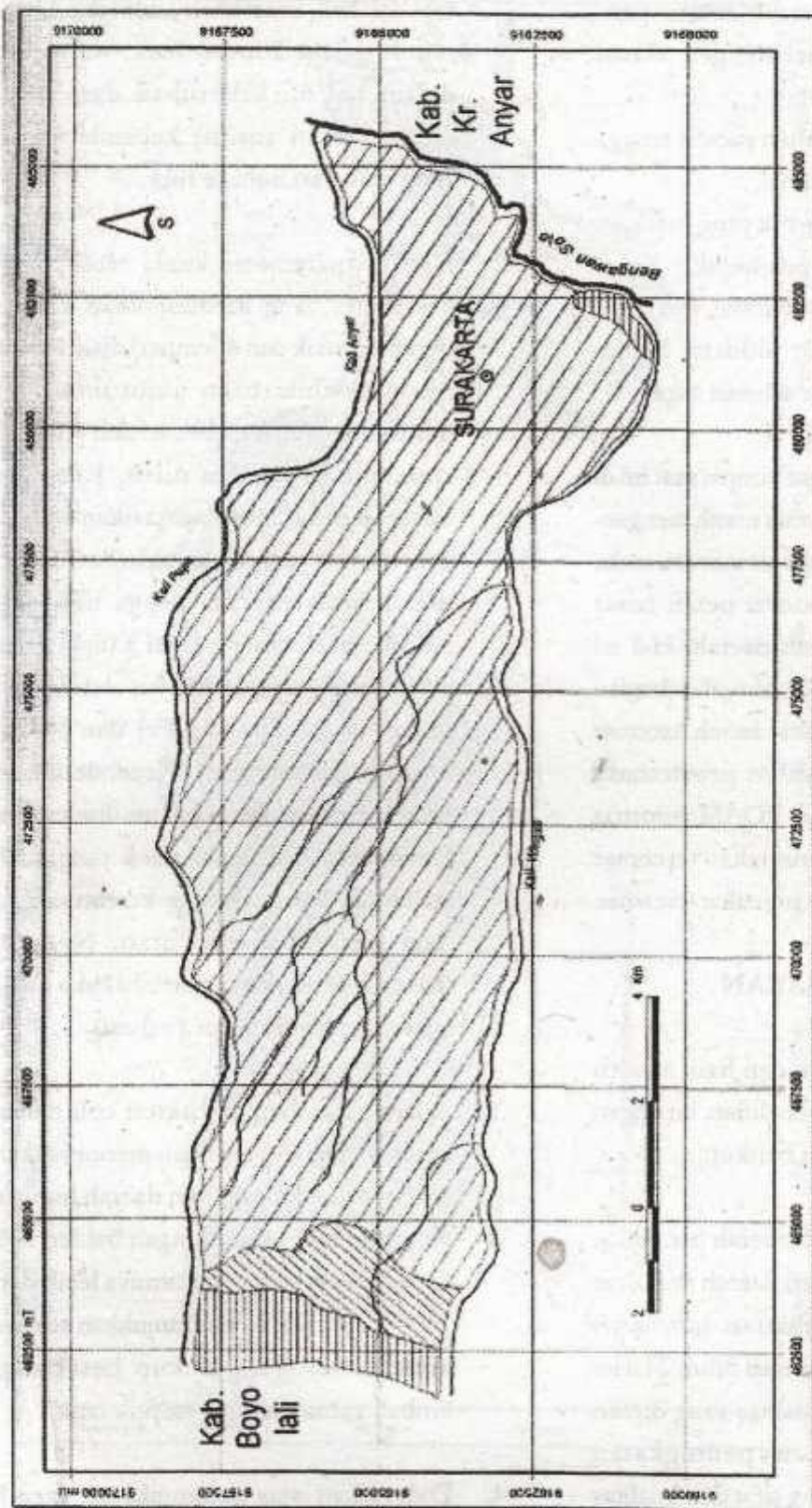
KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil analisis penelitian maka dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Kualitas airtanah di daerah penelitian didasarkan ares sebaran dari daerah imbuhan (*recharge*) ke daerah keluaran (*discharge*) memperlihatkan kecenderungan turun. Hal ini terbukti dari parameter kualitas yang diteliti umumnya menunjukkan peningkatan konsentrasi. Masing-masing sifat dari kualitas airtanah adalah:

1. 4 (empat) parameter fisik yang terdiri dari rasa dan ball, kekeruhan, suhu dan DHL masih dalam kondisi baik, walaupun dalam hal ini kekeruhan dan DHL menunjukkan analisis kecenderungan yang naik dari hulu ke hilir.
2. Dari 15 parameter kimia terdapat 11 parameter yang menunjukkan kecenderungan naik dan 4 (empat) diantaranya telah melebihi baku mutu untuk air minum, unsur tersebut adalah Clorida, aminium, nitrat dan nitrit. Keempat unsur ini telah mengindikasikan adanya pencemaran yang kebanyakan bersumber dari limbah rumah tangga dan dari industri. Selain itu terdapat 3 (tiga) parameter yang menunjukkan kecenderungan menurun (K, 804 dan Fe) dan I (satu) relatif mendatar (pH). Kecenderungan yang menurun dalam hal ini disebabkan karena sifat dari unsur alami yang tidak stabil dan adanya proses keseimbangan dari unsur bersangkutan. Namun diantaranya ada yang melebihi baku mutu air minum yaitu unsur Fe (besi).
3. Adapun kandungan bakteri coli dalam airtanah daerah penelitian menunjukkan kecenderungan naik dari daerah hulu ke hilir dan bahkan kandungan bakteri coli di daerah perkotaan umumnya lebih dari 2400 MPN. Hal ini menunjukkan adanya kontaminasi yang cukup besar dari limbah rumah tangga (septic tank).
4. Didasarkan atas pemintakatan daerah rawan pencemaran airtanah secara



Dibuat oleh : Alif Noor Anna, 2002

Sumber :

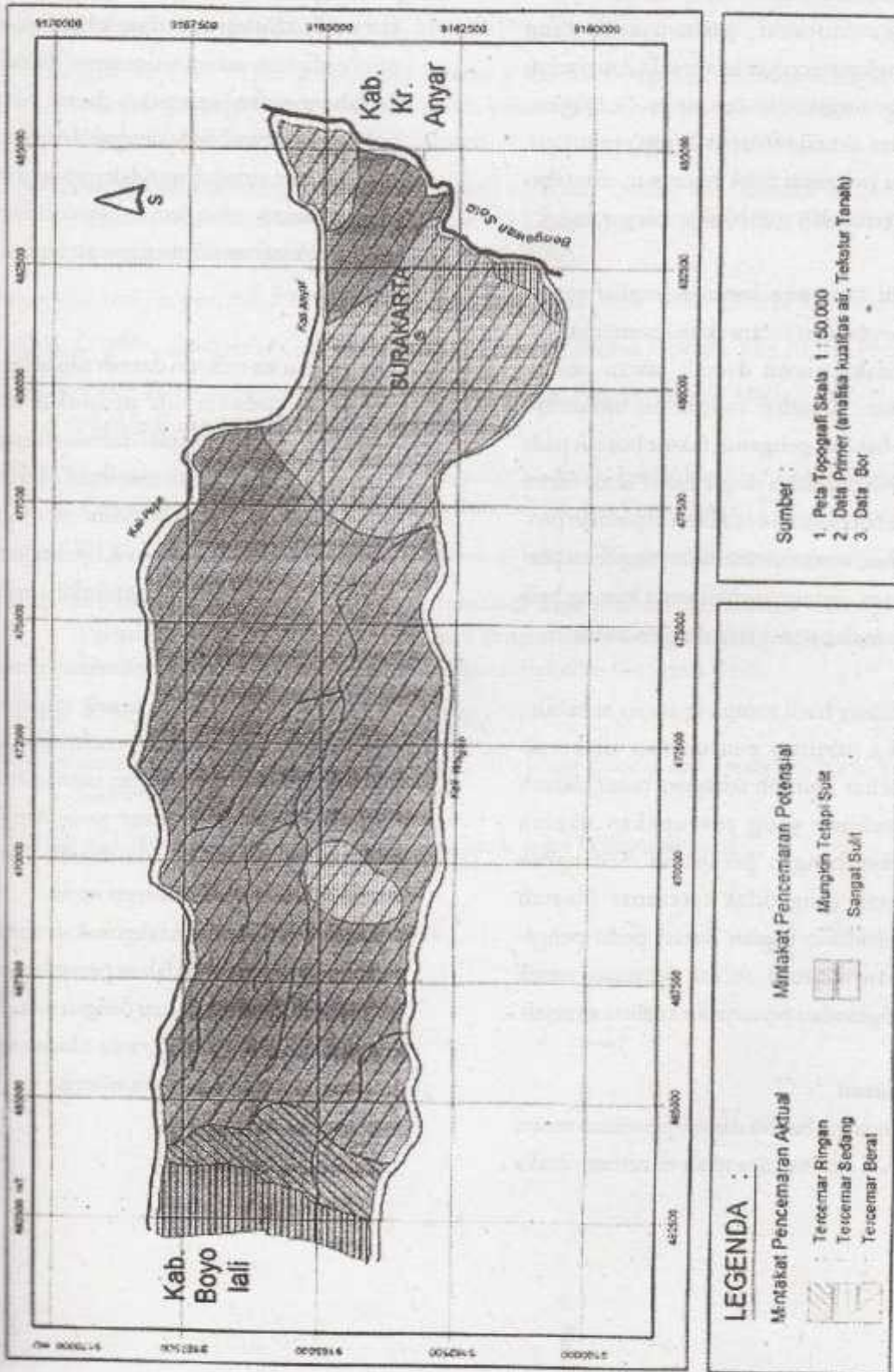
1. Peta Topografi Skala 1 : 50.000
2. Data Primer (analisa kualitas air, Tekstur Tanah)
3. Data Bdr

LEGENDA :

Mintakat Pencemaran Aktual

-  : Tercemar Ringan
-  : Tercemar Sedang
-  : Tercemar Berat

Gambar 20. Mintakat Pencemaran Aktual Daerah Penelitian



Gambar 21. Tumpangsusun Mintakat Pencemaran Daerah Penelitian

potensial daerah penelitian terdapat 2 (dua) mintakat, yaitu daerah yang mungkin tercemar tetapi sulit dan daerah yang sangat sulit tercemar. Sedangkan secara aktual terdapat 3 (tiga) mintakat, yaitu mintakat tidak tercernar, mintakat tercernar dan mintakat tercernar tinggi.

5. Hasil turmpang susun mintakat secara potensial dan secara aktual menunjukkan ketidaksesuaian daerah rawan pencemaran. Kondisi seperti ini umumnya disebabkan pengaruh faktor buatan pada daerah penelitian sangat kuat. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah kepadatan penduduk, konstruksi sumur yang semi permanen, sistem sanitasi yang kurang baik dan kedekatan susur dengan industri.
6. Berdasar hasil turmpang susun tersebut, maka prioritas pensuplaian air bersih tersebar hampir sebagian besar daerah penelitian yang merupakan daerah perkembangan perkotaan. Sedangkan daerah yang tidak tercernar (daerah Banyudono bagian Barat) perlu pengelolaan airtanah secara seksarna untuk menghindari penurunan kualitas airtanah.

Saran-Saran

1. Mengingat bahwa daerah penelitian secara aktual airtanahnya telah tercemar, maka

perlu segera dilakukan sistem pengelolaan airtanah khususnya dan umumnya sumberdaya air secara terintegrasi, karena daerah penelitian merupakan daerah yang potensial berkembang. Dengan demikian pencemaran airtanah ini tidak meluas dan dapat melakukan langkah antisipasi dalam rangka pelestarian sumberdaya air umumnya.

2. Perusahaan air minum daerah mulai saat ini perlu menambah produksi air bersihnya guna pensuplai daerah-daerah yang airtanahnya sudah tercernar. Hal ini sangat penting terutama dalam menjaga kesehatan masyarakatnya, walaupun secara riil belum terlihat betul akibatnya.
3. Perlu dilakukan pengembangan-penelitian sejenis mengingat masih terdapat banyak kelemahan dalam penelitian yang telah dilakukan yaitu dengan menambah parameter maupun unsur yang diteliti serta penerapannya pada daerah yang mengalami hal yang hampir sama.
4. Penelitian serupa dapat digunakan untuk bahan pertimbangan dalam perencanaan tata ruang kota yang sesuai dengan wilayah clara dukung sumberdaya air khususnya dan sumberdaya alam umumnya.

Daftar Pustaka

- Alaerts, G dan Sri Sumesti Santika. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Al-Ruwaih, FM. 1995. "Hydrogeochemical Variation of Carbonate Aquifer, Al Sulaibiya Kuwait" dalam *An International Journal of Environment Pollution Water, Air, and Soil Pollution Vol 90/3-4*. Netherland: Kluwer Academic Publisher.
- Camberlain, R dan Hayward, D. 1996. Evaluation of Water Quality and Monitor in The StLucie Estuary, Florida, *Water Resources Bulletin*, vol 32, number 4 August 1996. The Netherlands: American Water Resources Assosiation (A WRA).
- Currie, JC and Pepper, AT. 1993. *Water and The Environment*. New York: E11ils Horwood Limited.
- Ebdon, D. 1996. *Statistics in Geography*. Second Edition. London Oxfort: The Alden Press.
- Rengelen, GB and Kloosterman, FH. 1996. *Hydrological Systems Analysis Methods and Applications*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- ITB. 1993. Pengelolaan Sumber Daya Air. *Kumpulan Makalah. Pendidikan dan Latihan Tenaga Teknik Penyediaan Air Minum*. Bandung: Fakultas Teknik dan Perencanaan ITB.
- Menteri KLH. 1990. *Kualitas Lingkungan di Indonesia*. Jakarta: Kantor Menteri Negara KLH.
- Sudarnadji dan Suyono. 1993. Kualitas Airtanah di Tiga Ibukota Kecamatan (Kutowinangun, Prembun dan Kutoarjo) dan Kaitannya dengan Sanitasi lingkungan Sekitar. *Forum Geografi Desember Nomor 13 tahun VII*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Sudjana. 1996. *Metode Statistik*. Bandung: Tarsito.
- The American Water Work Assosiation Inc. 1970. *Water Quality and Treatment*. New York: Me Graw-Hill Book Company.
- Todd, D. K 1980. *Groundwater Hydrology*. New York: John Wiley and Sons.