

# PENGARUH POROSITAS DAN PERMEABILITAS TANAH SERTA JARAK TANGKI SEPTIK TERHADAP KONSENTRASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* DALAM AIR TANAH DANGKAL DI WILAYAH PESISIR (STUDI KASUS : PESISIR SEMARANG UTARA)

Irawan Wisnu Wardhana<sup>1)</sup>, Badrus Zaman<sup>2)</sup>

## ABSTRACT

Ground water exploitation in coastal area which have high ground water level as physically conditions, medium to high permeability and high porosity because of septic tank location not yet fulfilled safety distance to well needs to be considered because bacteria from septic tank could contaminate ground water and causes various disease. The purpose of this research was to know the *E. Coli* bacteria concentration in ground water at district of north Semarang as source of clean water as and to know the relationship between porosity, permeability of soil and distance from septic tank to well with *E. Coli* concentration. Subjects of this research were ground water well that were still being used by community. The sample total were 25 ground water wells and 13 soil sample that were collected based on purposive method. Water sampling was based on sampling method of Indonesian Health Departement (1997), while soil sample was done by soil boring in  $\pm 1$  metre depth. Data collecting was performed by using tube fermentation 3-3-3 method. The result of this research showed that 25 sample checked were not fulfilled drinking water requirements but 4 sample still fulfilled clean water requirements. Statistical analysis showed that distance variable have a strong relationship with water bacteriological quality with correlation value -83,5%. Porosity and permeability have a weak relationship to water bacteriological quality with correlation value 28,2% and 3,1%. Exponential equation from relationship between well to septic tank distance and *E. Coli* concentration, give recommended well to septic tank distance. The safety distance recommended should be 15 metre to avoid Fecal contamination.

**Key words :** porosity, permeability, ground water, *Escerechia Coli* bacteria

## PENDAHULUAN

Terjadinya penurunan kualitas air tanah dangkal disebabkan oleh berbagai macam faktor. Salah satunya adalah pencemaran oleh limbah rumah tangga berupa *faeces* (tinja) dan *urine* (air seni) yang berasal dari rembesan tangki septik. Jarak tangki septik dengan sumur berpengaruh terhadap kuantitas rembesan. Pencemaran air tanah dangkal oleh *faeces* dan *urine* dapat diketahui melalui keberadaan bakteri indikator. Keberadaan bakteri indikator ini memberi peluang terdapatnya berbagai macam organisme patogenik. Bakteri indikator yang sering digunakan adalah bakteri *E. Coli*. Bakteri ini dianggap sebagai indikator polusi tinja yang dapat diandalkan (Pelczar & Chan, 1988). Penyebaran bakteri *E. Coli* dipengaruhi oleh porositas dan permeabilitas tanah. Semakin besar nilai porositas dan permeabilitas tanah, makin besar kemampuan melewati air

yang berarti jumlah bakteri yang dapat bergerak mengikuti aliran air tanah juga makin besar (Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003).

Kecamatan Semarang Utara merupakan wilayah pesisir dengan kepadatan penduduk yang menempati urutan ke 4 dari 16 kecamatan yang ada di Semarang. Kepadatan penduduk pada tahun 2004 mencapai 11.328 jiwa/km<sup>2</sup>. Jumlah keluarga yang memanfaatkan air sumur sebagai sumber air di kecamatan ini mencapai jumlah yang masih cukup tinggi. Berdasarkan data statistik, di kecamatan Semarang Utara jumlah keluarga yang memanfaatkan air sumur sebagai sumber air sebesar 30,36% atau sebanyak 8322 sumur (BPS Kota Semarang, 2004). Di daerah penelitian kesadaran masyarakat akan arti pentingnya sistem sanitasi masih kurang. Ini tercermin dari kondisi saluran air limbah permukiman yang sebagian besar mengalami penyumbatan. Jarak sumur

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

# PENGARUH POROSITAS DAN PERMEABILITAS TANAH SERTA JARAK TANGKI SEPTIK TERHADAP KONSENTRASI BAKTERI *ESCHERICHIA COLI* DALAM AIR TANAH DANGKAL DI WILAYAH PESISIR (STUDI KASUS : PESISIR SEMARANG UTARA)

Irawan Wisnu Wardhana<sup>\*)</sup>, Badrus Zaman<sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

Ground water exploitation in coastal area which have high ground water level as physically conditions, medium to high permeability and high porosity because of septic tank location not yet fulfilled safety distance to well needs to be considered because bacteria from septic tank could contaminate ground water and causes various disease. The purpose of this research was to know the *E. Coli* bacteria concentration in ground water at district of north Semarang as source of clean water as and to know the relationship between porosity, permeability of soil and distance from septic tank to well with *E. Coli* concentration. Subjects of this research were ground water well that were still being used by community. The sample total were 25 ground water wells and 13 soil sample that were collected based on purposive method. Water sampling was based on sampling method of Indonesian Health Departement (1997), while soil sample was done by soil boring in  $\pm 1$  metre depth. Data collecting was performed by using tube fermentation 3-3-3 method. The result of this research showed that 25 sample checked were not fulfilled drinking water requirements but 4 sample still fulfilled clean water requirements. Statistical analysis showed that distance variable have a strong relationship with water bacteriological quality with correlation value -83,5%. Porosity and permeability have a weak relationship to water bacteriological quality with correlation value 28,2% and 3,1%. Exponential equation from relationship between well to septic tank distance and *E. Coli* concentration, give recommended well to septic tank distance. The safety distance recommended should be 15 metre to avoid Fecal contamination.

**Key words :** porosity, permeability, ground water, *Escerechia Coli* bacteria

## PENDAHULUAN

Terjadinya penurunan kualitas air tanah dangkal disebabkan oleh berbagai macam faktor. Salah satunya adalah pencemaran oleh limbah rumah tangga berupa *faeces* (tinja) dan *urine* (air seni) yang berasal dari rembesan tangki septik. Jarak tangki septik dengan sumur berpengaruh terhadap kuantitas rembesan. Pencemaran air tanah dangkal oleh *faeces* dan *urine* dapat diketahui melalui keberadaan bakteri indikator. Keberadaan bakteri indikator ini memberi peluang terdapatnya berbagai macam organisme patogenik. Bakteri indikator yang sering digunakan adalah bakteri *E. Coli*. Bakteri ini dianggap sebagai indikator polusi tinja yang dapat diandaikan (Peiczar & Chan, 1988). Penyebaran bakteri *E. Coli* dipengaruhi oleh porositas dan permeabilitas tanah. Semakin besar nilai porositas dan permeabilitas tanah, makin besar kemampuan melewati air

yang berarti jumlah bakteri yang dapat bergerak mengikuti aliran air tanah juga makin besar (Sosrodarsono & Kensaku Takeda, 2003).

Kecamatan Semarang Utara merupakan wilayah pesisir dengan kepadatan penduduk yang menempati urutan ke 4 dari 16 kecamatan yang ada di Semarang. Kepadatan penduduk pada tahun 2004 mencapai 11.328 jiwa/km<sup>2</sup>. Jumlah keluarga yang memanfaatkan air sumur sebagai sumber air di kecamatan ini mencapai jumlah yang masih cukup tinggi. Berdasarkan data statistik, di kecamatan Semarang Utara jumlah keluarga yang memanfaatkan air sumur sebagai sumber air sebesar 30,36% atau sebanyak 8322 sumur (BPS Kota Semarang, 2004). Di daerah penelitian kesadaran masyarakat akan arti pentingnya sistem sanitasi masih kurang. Ini tercermin dari kondisi saluran air limbah permukiman yang sebagian besar mengalami penyumbatan. Jarak sumur

<sup>\*)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip  
Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang Semarang

penduduk dengan sumber pencemar dalam hal ini tangki septik masih ada yang kurang dari 10 meter. Disamping itu angka kejadian diare pada tahun 2005 tercatat sebagai salah satu dari 5 penyakit terbesar dengan jumlah kasus mencapai 1.254 penderita (Dinas kesehatan kota Semarang, 2005).

Tujuan dilaksanakannya penelitian ini adalah: (1) Mengetahui konsentrasi bakteri coli pada air tanah dangkal sebagai sumber air bersih masyarakat di wilayah pesisir akibat rembesan air dari tangki septik, (2) Mengetahui pengaruh porositas dan permeabilitas tanah serta jarak dari tangki septik ke sumur terhadap konsentrasi bakteri *E. Coli*

## **METODOLOGI**

Penelitian ini mengambil lokasi di 2 kelurahan pada kecamatan Semarang Utara yaitu kelurahan Bandarharjo dan kelurahan Kuningan dengan kelurahan Dadapsari sebagai kontrol. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2006. Jumlah sampel 25 buah sumur dan 13 sampel tanah dengan penentuan secara purposive. 9 sampel sumur dan 5 sampel tanah diambil di kelurahan Kuningan dan 15 sampel sumur dan 7 sampel tanah di kelurahan Bandarharjo. Untuk mengetahui koordinat dari titik-titik sampel maka digunakan GPS (*Global Positioning System*). GPS mempermudah identifikasi dan pemetaan yang benar.

Pengambilan sampel air berdasarkan metode pengambilan contoh air Departemen Kesehatan Air RI (1997), sedangkan sampel tanah dilakukan dengan melakukan boring dengan kedalaman  $\pm$  1m. Peralatan yang digunakan untuk pengambilan sampel air adalah dengan botol steril yang telah disediakan oleh laboratorium pemeriksaan air. Sedangkan untuk pengambilan sampel tanah menggunakan hand bor dan tabung sampel. Kualitas fisik dan kimia air juga diperiksa untuk mendukung hasil penelitian. Pemeriksaan kualitas fisik meliputi suhu dan kekeruhan. Kualitas kimia meliputi pH. Parameter pendukung lain yang juga diperiksa adalah salinitas.

Pemeriksaan bakteriologis sampel air dengan parameter bakteri *E. Coli* menggunakan metode MPN tabung berganda 3-3-3. Pemeriksaan sampel air sumur pada penelitian ini dilakukan pada

Balai Laboratorium Kesehatan (BLK) kota Semarang yang meliputi 2 tes yaitu tes pemeriksaan dan tes penegasan. Untuk pemeriksaan sampel tanah dilakukan pada laboratorium Mekanika Tanah jurusan Teknik Sipil UNDIP. Pemeriksaan porositas tanah dengan oven 100°C (droogstoof) 110 °C sedangkan pemeriksaan permeabilitas tanah dengan Permeater.

Hasil pengukuran kualitas bakteriologis air dibandingkan dengan Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 bahwa kandungan bakteri *E. Coli* dan Total koliform dalam air bersih 50/100 ml untuk air non perpipaan dan 10/100 ml untuk air perpipaan

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Analisa kualitas bakteriologis air**

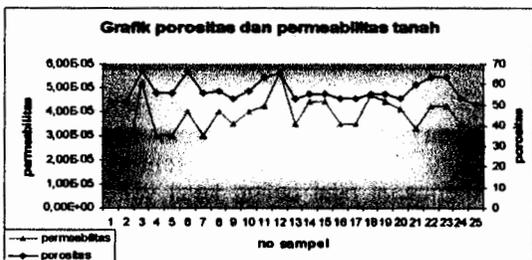
Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel, dari 25 sampel air sumur dangkal yang diperiksa, semua sumur sudah terkontaminasi oleh bakteri *E. Coli*. Untuk fungsi sebagai sumber air bersih dari hasil pemeriksaan menunjukkan 4 sampel air sumur yang memenuhi syarat sedangkan 21 sampel lainnya mengandung konsentrasi *E. Coli* >2400 per 100 ml sampel. Walaupun dari hasil pemeriksaan menunjukkan ada 4 sampel yang masih memenuhi syarat sebagai sumber air bersih namun kesemua sampel tidak memenuhi syarat sebagai sumber air minum karena tidak memenuhi standar air minum yang mengacu pada Kepmenkes no 907 tahun 2002 dimana kandungan bakteri *E. Coli* dan Total koliform dalam air minum harus nol. Dari hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa seluruh sampel yang diambil di kelurahan Kuningan memiliki konsentrasi *E. Coli* >2400 /100 ml sampel. Artinya tidak ada sumur yang memenuhi syarat sebagai sumber air bersih. Konsentrasi *E. Coli* di setiap titik sampel dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 1 Grafik nilai MPN Coli pada air sumur sampel di kecamatan Semarang Utara

**Analisa porositas dan permeabilitas tanah serta jarak dari tangki septik ke sumur**

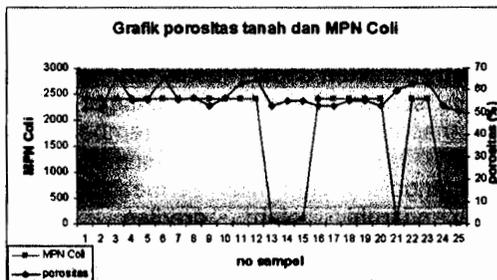
Berdasarkan hasil pemeriksaan diperoleh nilai porositas tanah di kecamatan Semarang Utara berkisar pada nilai 50,14% - 66,46%. Nilai permeabilitas tanah berkisar pada nilai 1,89922E-5 cm/sec - 5,65301E-5 cm/sec. Nilai porositas tanah rata-rata di kelurahan Bandarharjo adalah 54,35 % dengan nilai permeabilitas tanah rata-rata sebesar 3,64E-5 cm/sec. Sedangkan nilai porositas tanah rata-rata di kelurahan Kuningan adalah sebesar 60,57 % dengan nilai permeabilitas tanah rata-rata sebesar 4,06E-5 cm/sec. Gambaran nilai porositas dan permeabilitas tanah disetiap titik sampel ditampilkan pada gambar dibawah ini:



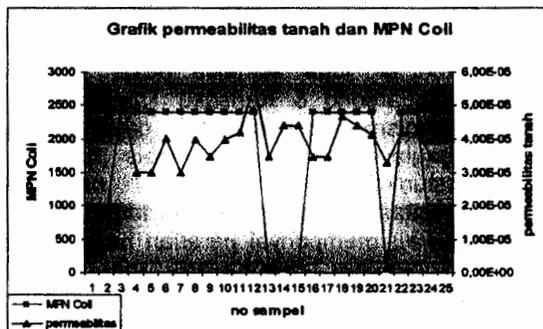
Gambar 2 Grafik porositas dan permeabilitas tanah di kecamatan Semarang Utara

Dari grafik terlihat bahwa kenaikan nilai porositas selalu diikuti oleh kenaikan nilai permeabilitas tanah. Namun jika dilihat nilai porositas dan permeabilitas pada kedua lokasi sampling berdasarkan kriteria menunjukkan bahwa nilai porositas pada kedua lokasi tinggi namun permeabilitas tanahnya sangat rendah. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Sosrodarsono & Kensaku Takeda (2003)

bahwa porositas yang lebih besar tidak selalu disertai oleh permeabilitas yang lebih baik. Kondisi ini terutama terjadi pada kondisi tanah yang termasuk jenis lempung seperti jenis tanah pada kedua lokasi pengambilan sampel. Menurut Sosrodarsono & Kensaku Takeda (2003) tanah lempung memiliki porositas yang sangat besar tetapi permeabilitasnya kecil karena pori-pori tanahnya sangat kecil sehingga kemampuan tanah melewatkan air menjadi berkurang Perbandingan nilai porositas dan permeabilitas tanah terhadap konsentrasi *E. Coli* dapat dilihat pada grafik 3 dan 4.



Gambar 3 Grafik porositas tanah dan MPN Coli



Gambar 4 Grafik permeabilitas tanah dan MPN Coli

Grafik 3 dan 4 menunjukkan bahwa kenaikan atau penurunan porositas maupun permeabilitas tanah tidak secara nyata mempengaruhi kenaikan dan penurunan konsentrasi *E. Coli*. Berdasarkan hasil analisis statistik (analisis terlampir), korelasi antara porositas dan permeabilitas tanah terhadap kualitas bakteriologis air secara berturut-turut adalah sebesar 28,2% dan 3,1%. Koefisien korelasi antara kedua variabel bertanda positif (+) menandakan bahwa hubungan yang terjadi searah. Artinya semakin besar nilai porositas dan permeabilitas tanah maka konsentrasi *E. Coli* semakin besar.

Berdasarkan kriteria penilaian keeratan hubungan seperti yang telah dijelaskan pada bab IV, nilai korelasi antara porositas terhadap kualitas bakteriologis air termasuk dalam kriteria hubungan yang rendah sedangkan permeabilitas tanah memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap kualitas bakteriologis air. Atau dapat dikatakan bahwa penurunan dan kenaikan konsentrasi *E. Coli* pada sumur penduduk tidak terlalu dipengaruhi oleh nilai porositas dan permeabilitas tanah. Kondisi wilayah penelitian dengan porositas tinggi namun permeabilitas rendah jika dikaitkan dengan teori maka pergerakan bakteri yang mengikuti aliran air tanah seharusnya kecil namun kenyataan dilapangan menunjukkan hal sebaliknya. Hal ini dapat dijelaskan bahwa bakteri dapat masuk dan mencemari air sumur melalui air sebagai media transportasinya. Besarnya rembesan air dari tangki septik ke sumur selain dipengaruhi oleh nilai permeabilitas juga dipengaruhi oleh gradien hidrolik. Berdasarkan hukum Darcy (Soedarmo, 2006) bahwa kuantitas/debit air persatuan waktu adalah proporsional dengan gradien hidroliknya. Semakin besar gradien hidrolik maka debit rembesan semakin besar, bakteri *E. Coli* yang bergerak mengikuti aliran air juga semakin besar. Menurut Sosrodarsono & Kensaku Takeda (2003) mekanisme pencemaran dalam tanah sebagian besar terjadi atas dukungan tekstur/komposisi tanah disamping porositas dan permeabilitas tanah dimana daur air mempunyai peranan besar dalam memperluas jangkauan pencemaran. Tekstur/komposisi tanah di wilayah penelitian sebagian besar tersusun dari material lempung. Salah satu sifat tanah lempung adalah memiliki kapilaritas tinggi. Kondisi ini akan berpengaruh pada penyebaran bakteri *E. Coli* secara vertikal..

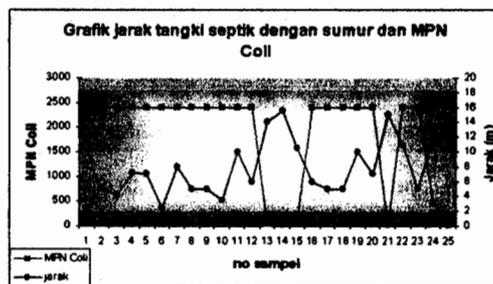
Hasil pengukuran jarak tangki septik dengan sumur terdekat pada kecamatan Semarang Utara didapatkan:

Tabel 1 Distribusi pengukuran jarak tangki septik dengan sumur terdekat milik warga di kecamatan Semarang Utara

	Jarak tangki septik dengan sumur terdekat		
	>10 m	10	<10 m
Jumlah sampel	7	2	16

(Sumber:Hasil penelitian, 2006)

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa dari 25 sampel yang diambil sebesar 28 % sumur penduduk yang berjarak > 10m dari tangki septik, 8% berjarak 10 m dan 64% berjarak < 10 m. Distribusi pengukuran jarak tidak merata pada setiap rentang karena kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa rata-rata sumur penduduk memiliki jarak < 10 m terhadap tangki septik. Hal ini menunjukkan faktor jarak masih belum memenuhi standar bahwa jarak minimal sumur dengan tangki septik adalah 10 m (Dep. Kes. RI, 1989/1990) dikarenakan kondisi wilayah permukiman yang padat penduduk. Sehingga sulit untuk pembuatan sumur dilihat jaraknya terhadap tangki septik. Untuk distribusi jarak > 10 m dikarenakan sistem yang digunakan masyarakat adalah sistem komunal. Distribusi pengukuran jarak dilihat terhadap konsentrasi *E. Coli* ditampilkan pada gambar 5.



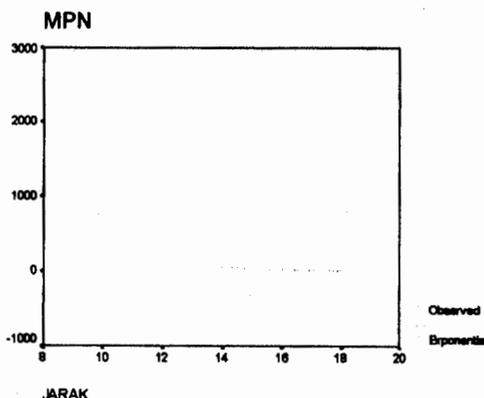
Gambar 5 Grafik jarak tangki septik dengan sumur dan MPN Coli

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada saat jarak mencapai nilai tertinggi yaitu 18 m maka konsentrasi *E. Coli* mencapai nilai paling kecil yaitu 9/100 ml sampel. Menurut Soeparnan & Suparmin (2002) bahwa pencemaran yang ditimbulkan oleh bakteri terhadap air yang ada di dalam tanah dapat mencapai jarak 11 m searah dengan arah aliran air tanah. Pada sampel dengan jarak > 11 m dapat dilihat bahwa didalam air masih terdapat bakteri *E. Coli* dengan jumlah 23/100 ml sampel-460/100 ml sampel. Hal ini dikarenakan selain secara horizontal, pencemaran bakteri di dalam tanah juga terjadi secara vertikal, tergantung dari tinggi muka air. Di daerah penelitian, tinggi muka air tanah rata-rata di kelurahan Bandarharjo adalah 0,48 m sedangkan di kelurahan Kuningan adalah 0,54 m. Pencemaran oleh

bakteri secara vertikal adalah 2 m sehingga dengan kondisi muka air tanah yang sangat dangkal di wilayah penelitian maka pencemaran oleh bakteri *E. Coli* masih terjadi walaupun pada jarak > 11 m. Berdasarkan hasil analisis statistik (analisis terlampir), menunjukkan bahwa korelasi antara jarak dari sumur ke tangki septik terhadap kualitas bakteriologis air adalah sebesar -83,5%. Berdasarkan kriteria penilaian keeratan hubungan seperti yang telah dijelaskan pada bab IV, nilai korelasi ini termasuk dalam kriteria hubungan yang sangat erat. Koefisien korelasi bertanda negatif (-) menandakan bahwa hubungan yang terjadi berlawanan arah. Artinya semakin jauh jarak antara tangki septik dengan sumur terdekat maka konsentrasi *E. Coli* semakin berkurang

**Hubungan jarak tangki septik dan sumur terdekat dengan nilai MPN Coli**

Dari data hasil penelitian, ada 19 sampel yang memiliki nilai MPN diatas 2400. Sehingga untuk nilai MPN diatas 2400 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan eksponensial yang didapat dari kurva eksponensial data MPN yang lebih kecil. Analisa SPSS *Regression curve estimation* didapatkan hasil kurva eksponensial dengan  $R^2 = 0,75546$  dan persamaan eksponensial  $Y = 231238.594574e^{-0.587179}$  kurva eksponensialnya tampak pada grafik berikut:



Gambar 6 Kurva eksponensial nilai MPN Coli terhadap jarak tangki septik dengan sumur terdekat

Dengan persamaan eksponensial yang diperoleh dari Analisa SPSS *Regression curve estimation*  $Y = 231238.594574e^{-0.587179}$  maka dapat

dihitung jarak aman untuk tangki septik dengan sumur pada wilayah penelitian. Sehingga air sumur layak digunakan sebagai sumber air bersih bahkan aman jika dikonsumsi dengan konsentrasi *E. Coli* berada dibawah 50 per 100 ml sampel untuk memenuhi persyaratan sebagai air bersih dan nol untuk persyaratan sebagai air minum. Jarak aman yang dianjurkan adalah 15 m. Perhitungan jarak aman dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2 Data perhitungan jarak aman yang dianjurkan antara sumur dengan tangki septik

No	Jarak aman yang dianjurkan	Perhitungan jumlah MPN Coli $Y = 231238.594574e^{-0.587179}$
1	15	34,588
2	18	5,942
3	20	1,836
4	25	0,097
5	28	0,017
6	30	0,005
7	31	0,003
8	32	0,002
9	33	0,001
10	34	0,000

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2006)

**Parameter Fisika Dan Kimia Air Tanah Dangkal Di Wilayah Penelitian**

Berdasarkan hasil analisis data dan analisis statistik didapatkan:

- a) Temperatur air sumur berkisar pada nilai antara 25-30 °C. Jika dibandingkan dengan standar yang berlaku dalam Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 bahwa temperatur air bersih adalah ± 3 °C temperatur udara setempat maka angka tersebut masih memenuhi syarat. Korelasi temperatur terhadap kualitas bakteriologis air adalah -12,3%.
- b) Sebanyak 22 sampel memiliki pH sebesar 8 sedangkan 3 sampel lainnya memiliki pH 9. Jika dibandingkan dengan standar yang berlaku dalam Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 bahwa pH air bersih yang diperbolehkan adalah 6,5-9 maka pH untuk sampel air sumur masih memenuhi syarat. Korelasi pH

yang terjadi berlawanan arah. Artinya semakin besar nilai salinitas maka konsentrasi *E. Coli* semakin berkurang.

## KESIMPULAN

1. Konsentrasi *E. Coli* berkisar antara 9/100 ml sampel s/d >2400/100 ml sampel. Berdasarkan Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 dari hasil pemeriksaan menunjukkan 4 sampel air sumur yang memenuhi syarat sedangkan 21 sampel lainnya mengandung konsentrasi *E. Coli* dalam jumlah > 2400/100 ml sampel.
2. Dari ketiga variabel bebas (porositas dan permeabilitas tanah serta jarak tangki septik dengan sumur terdekat) yang berpengaruh kuat terhadap kualitas bakteriologis air adalah jarak tangki septik ke sumur dengan korelasi sebesar - 83,5%. Porositas tanah memiliki hubungan yang rendah terhadap kualitas bakteriologis air dengan korelasi sebesar 28,2% sedangkan permeabilitas tanah memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap kualitas bakteriologis air dengan korelasi sebesar 3,1%.

## SARAN

1. Frekuensi pengurasan secara teratur dapat membantu memperbaiki kualitas air sumur agar dapat digunakan sebagai sumber air bersih.

- Damanhuri, Enri. 1993. *Diktat kuliah TL-128 Statistika edisi semester 1*. Jurusan Teknik Lingkungan, fakultas Teknik dan Perencanaan. ITB
- Deming, D. 2002. *Introduction to hidrogeology*, First edition. McGraw-Hill Book Co. New York
- Depkes RI. 1995. *Manual teknis upaya penyehatan air*. Ditjen PPM dan PLP, Depkes RI. Jakarta
- Depkes RI 1989/1990. *Petunjuk pelaksanaan penyediaan air air bersih*. Ditjen PPM dan PLP. Jakarta
- Desvita, 2001. *Hubungan jarak sumber pencemar, kondisi fisik sarana dan perilaku pengguna sumur gali dengan kualitas bakteriologis air sumur gali di kelurahan keparakan kota Yogyakarta tahun 2000*. Tesis program studi ilmu kesehatan kerja jurusan ilmu-ilmu kesehatan. UGM
- Elisa, 2002. *Tekstur tanah*. [www.elisa.ugm.ac.id/files.cahyonoagus/2JXCFYXQ/sifat%20fisika%20tanah%20diperbarui%20maret%200002.doc](http://www.elisa.ugm.ac.id/files.cahyonoagus/2JXCFYXQ/sifat%20fisika%20tanah%20diperbarui%20maret%200002.doc)
- Gifary, Lalu Ahmad. 2005. *Analisis kualitas air sumur gali akibat pengaruh limbah domestik permukiman dengan indeks pencemaran air ditinjau dari parameter N-Amonia, Klorida, Detergen dan Zat organik sebagai KMnO<sub>4</sub>*. Skripsi Program

- terhadap kualitas bakteriologis air adalah 20,7%
- c) Kekeruhan air sumur berkisar pada nilai 0,037-4,3 NTU. Jika dibandingkan dengan standar yang berlaku dalam Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 bahwa kekeruhan air bersih yang diperbolehkan adalah 25 NTU, maka kekeruhan untuk sampel air sumur masih memenuhi syarat. Korelasi kekeruhan terhadap kualitas bakteriologis air adalah 16,3%.
- d) Salinitas air sumur sampel berkisar pada nilai 0,5-12,7 ‰. Korelasi antara salinitas dengan kualitas bakteriologis air adalah -49,1%. Angka ini menunjukkan bahwa salinitas dan kualitas bakteriologis air memiliki hubungan yang sedang. Hubungan yang terjadi berlawanan arah. Artinya semakin besar nilai salinitas maka konsentrasi *E. Coli* semakin berkurang.

## KESIMPULAN

1. Konsentrasi *E. Coli* berkisar antara 9/100 ml sampel s/d >2400/100 ml sampel. Berdasarkan Permenkes RI no 416/MENKES/PER/XI/1990 dari hasil pemeriksaan menunjukkan 4 sampel air sumur yang memenuhi syarat sedangkan 21 sampel lainnya mengandung konsentrasi *E. Coli* dalam jumlah > 2400/100 ml sampel.
2. Dari ketiga variabel bebas (porositas dan permeabilitas tanah serta jarak tangki septik dengan sumur terdekat) yang berpengaruh kuat terhadap kualitas bakteriologis air adalah jarak tangki septik ke sumur dengan korelasi sebesar - 83,5%. Porositas tanah memiliki hubungan yang rendah terhadap kualitas bakteriologis air dengan korelasi sebesar 28,2% sedangkan permeabilitas tanah memiliki hubungan yang sangat rendah terhadap kualitas bakteriologis air dengan korelasi sebesar 3,1%.

## SARAN

1. Frekuensi pengurasan secara teratur dapat membantu memperbaiki kualitas air sumur agar dapat digunakan sebagai sumber air bersih.

2. Di permukiman dengan kepadatan tinggi perlu dibangun septik tank komunal untuk mencegah meluasnya pencemaran terhadap air tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Sri sumestri santika. 1984. *Metoda penelitian air*. Usaha nasional. Surabaya
- Anonim. 1989. *Pilihan teknologi volume II limbah manusia*. Bandung
- Anonim. 2001. *Air bawah tanah (Ground water)*. [http://www.lablinc.or.id/\\_uti-bin/shtml.exe/hidro/bawahtanah/air-bwhatanah/map1?276,1](http://www.lablinc.or.id/_uti-bin/shtml.exe/hidro/bawahtanah/air-bwhatanah/map1?276,1). (Diakses pada tanggal 27 Agustus 2006)
- Anonim. 2005. Bab III Assessment. <http://library.gunadarma.ac.id/filter/disk/1/8/jbptgunadarma-gdl-course-2005timpenaja-365-bablii.doc> (Diakses pada tanggal 10 Oktober 2006)
- Damanhuri, Enri. 1993. *Diktat kuliah TL-128 Statistika edisi semester 1*. Jurusan Teknik Lingkungan, fakultas Teknik dan Perencanaan. ITB
- Deming, D. 2002. *Introduction to hidrogeology*, First edition. McGraw-Hill Book Co. New york
- Depkes RI. 1995. *Manual teknis upaya penyehatan air*. Ditjen PPM dan PLP, Depkes RI. Jakarta
- Depkes RI 1989/1990. *Petunjuk pelaksanaan penyediaan air air bersih*. Ditjen PPM dan PLP. Jakarta
- Desvita, 2001. *Hubungan jarak sumber pencemar, kondisi fisik sarana dan perilaku pengguna sumur gali dengan kualitas bakteriologis air sumur gali di kelurahan keparakan kota Yogyakarta tahun 2000*. Tesis program studi ilmu kesehatan kerja jurusan ilmu-ilmu kesehatan. UGM
- Elisa, 2002. *Tekstur tanah*. [www.elisa.ugm.ac.id/files.cahyonoa.gus/2JXCFYXQ/sifat%20fisika%20t anah%20diperbarui%20maret%200002.doc](http://www.elisa.ugm.ac.id/files.cahyonoa.gus/2JXCFYXQ/sifat%20fisika%20t anah%20diperbarui%20maret%200002.doc)
- Gifary, Lalu Ahmad. 2005. *Analisis kualitas air sumur gali akibat pengaruh limbah domestik permukiman dengan indeks pencemaran air ditinjau dari parameter N-Amonia, Klorida, Detergen dan Zat organik sebagai KMnO<sub>4</sub>*. Skripsi Program