

# PENGARUH PENGGUNAAN UNIT SALURAN AIR BERTANGGA DAN SARINGAN PASIR CEPAT TERHADAP PENURUNAN KADAR BESI DALAM AIR

Anorital<sup>1</sup>, Hendro Soesetyono<sup>2</sup>, Chairuddin Hasyim<sup>3</sup>,  
Maharso<sup>4</sup>, Daddy Suryadi<sup>5</sup>.

## ABSTRACT

One of the reasons why the use of handpump wells is not popular in rural areas of Indonesia is that the smell and taste of iron. The iron content can be reduced through aeration by cascades and filtration.

An experiment was carried out in the first week of November 1986. The water sample was taken from a handpump and the iron content varies from 0,950-2,850 mg/l. A significant reduction was obtained by letting the water cascade one time and there was further reduction with successive cascades. Aeration with one cascade continued with rapid sandfilter reduced the iron content to 0,160 mg/l or 91,06% of the original. The greatest reduction was obtained after 3 cascades and filtration.

## PENDAHULUAN

Air sangat penting untuk kehidupan makhluk hidup. Pada manusia, sebagai makhluk hayati dan budaya, air diperlukan dalam kehidupan sehari-hari.

Pada masyarakat pedesaan, masalah air merupakan masalah yang selalu dihadapi sehari-hari. Selain secara kuantitas tidak mencukupi, dari segi kualitasnya pun tidak memenuhi persyaratan. Salah satu upaya pemerintah untuk menanggulangi permasalahan ini ialah dengan membangun sarana air bersih melalui program Inpres Samijaga.

Dewasa ini diperkirakan sampai akhir Pelita III secara nasional baru 32% penduduk pedesaan dan 37% penduduk perkotaan memperoleh air bersih<sup>1</sup>. Umumnya

air bersih yang diperoleh berasal dari sumber air tanah. Penggunaan air tanah untuk keperluan sehari-hari mempunyai beberapa kebaikan dan kekurangan. Air tanah secara fisik umumnya baik karena telah tersaring dan bebas dari kekeruhan, warna, dan bahan-bahan organik. Akan tetapi umumnya kandungan gas dan mineral yang terlarut cukup tinggi<sup>2</sup>.

Berdasarkan beberapa pengamatan di lapangan, air sumur pompa tangan mengandung kadar besi yang tinggi<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan selain berasal dari dalam tanah, besi dapat juga berasal dari sumber lain. Di antaranya dari larutnya pipa besi, tangki air dari besi, atau endapan-endapan buangan industri. Hasil karat yang berupa  $Fe_2O_3$  pada pipa besi dapat

1. Staf Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta.
2. Staf Sekolah Pembantu Penilik Hygiene, Purwokerto.
3. Staf Direktorat Penyehatan Air, Jakarta.
4. Staf Sekolah Pembantu Penilik Hygiene, Banjarmasin.
5. Staf Akademi Penilik Kesehatan, Jakarta.

terjadi akibat pengaruh pH air, oksidasi, atau pun penyebab lainnya<sup>4</sup>.

Air yang mengandung besi dalam kadar yang berlebihan akan tampak keruh jika terkena udara, meninggalkan noda pada pakaian, dan mempengaruhi rasa air minum. Hal inilah yang merupakan salah satu penyebab rendahnya pemakaian sumur pompa tangan pada masyarakat pedesaan di Indonesia. Hasil pemeriksaan 150 sampel air tanah yang berasal dari sumur pompa tangan dangkal dan dalam di wilayah DKI Jakarta menunjukkan sebanyak 2,66% mengandung kadar besi di atas persyaratan yang ditentukan<sup>5</sup>. Padahal berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI mengenai standar kualitas air minum, jumlah kadar besi dalam air yang diperbolehkan minimum 0,1 mg/l dan maksimum 1,0 mg/l<sup>6</sup>.

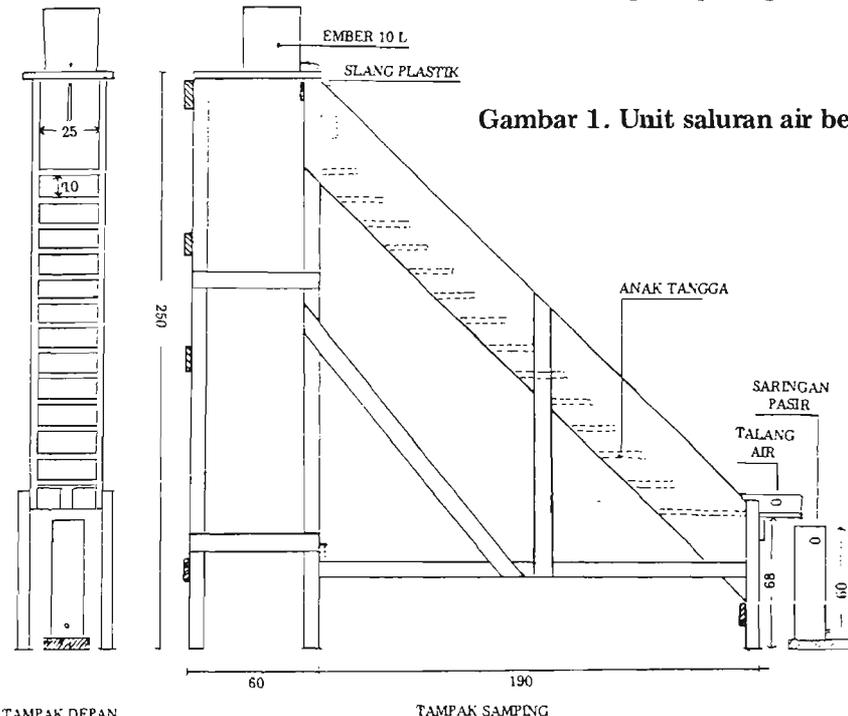
Sehubungan dengan hal tersebut dicari suatu cara pengolahan air yang mengandung kadar besi tinggi. Berdasarkan be-

berapa pertimbangan, cara pengolahan yang dapat dilakukan adalah menggunakan saluran air bertangga dilengkapi saringan pasir cepat.

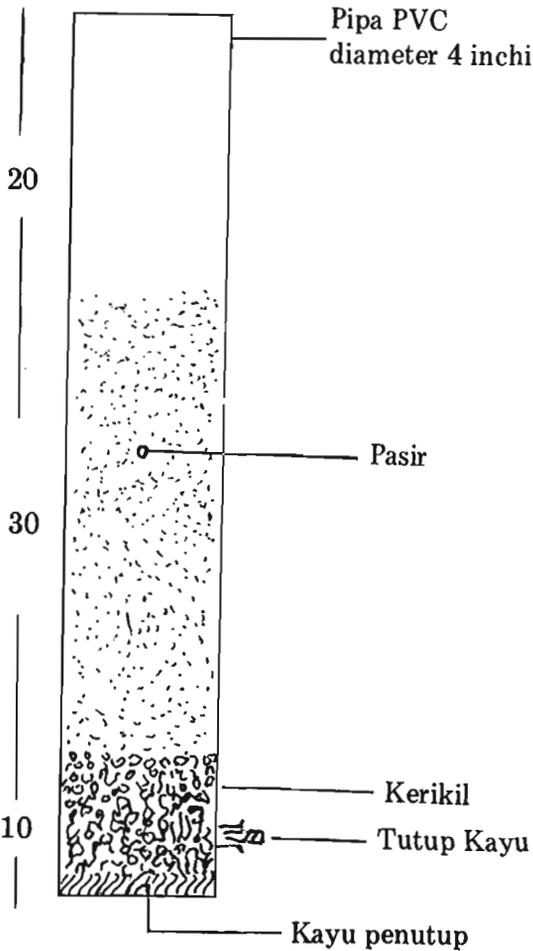
### BAHAN DAN CARA

Penelitian dilaksanakan di Kompleks Akademi Penilik Kesehatan Teknologi Sanitasi Jakarta, dari tanggal 1 sampai 6 November 1986. Dasar penentuan lokasi adalah kedekatannya dengan laboratorium APK-TS sebagai tempat pemeriksaan sampel air. Juga karena di sekitar daerah tersebut mudah didapat sumber air dari sumur pompa tangan yang mengandung kadar besi 2-3 ppm. Penelitian bersifat eksperimen dengan berbagai modifikasi kelipatan pengaliran yang dicobakan, yang merupakan "perlakuan" atau "intervensi".

Dalam perlakuan digunakan sebuah unit saluran air bertangga dari kayu dan saringan pasir cepat. Spesifikasinya adalah seperti pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Unit saluran air bertangga



Gambar 2. Saringan pasir.

### Saluran air bertangga

Tinggi saluran 250 cm; lebar saluran 25 cm; saluran tangga tersusun atas 13 tangga/trap dengan ukuran lebar 25 cm; jarak antar tangga/trap 10 cm, dan kemiringan tangga 5%. Saluran tangga ditutup plastik sedemikian rupa sehingga air tidak meresap ke dalam kayu. Di atas saluran tangga tersedia tempat untuk meletakkan ember plastik volume 10 liter yang dilengkapi lubang penutup. Pada bagian bawah dari tangga/trap dilengkapi saluran penampung air yang

dapat berfungsi sebagai saluran air.

### Saringan pasir cepat.

Saringan pasir terbuat dari pipa PVC dengan diameter 4 inchi, tinggi saringan PVC 60 cm, tebal lapisan pasir (diameter 0,1-0,2 mm) 30 cm, tebal lapisan kerikil (diameter 1-2 cm) 10 cm, dilengkapi lobang pengeluaran yang dapat ditutup, dan bagian bawah ditutup dengan lempeangan kayu.

Pengambilan sampel dilakukan sebagai berikut :

1. Sampel diambil pada air baku, setelah melewati saluran air dari berbagai modifikasi dan setelah melewati saringan.
  2. Jumlah sampel setiap pengambilan dengan berbagai modifikasi adalah sebanyak 9 sampel dengan perincian sebagai berikut :
    - a. Satu sampel dari air baku.
    - b. Satu sampel dari air setelah melewati saluran tangga satu kali.
    - c. Satu sampel dari air setelah melewati saluran tangga dua kali.
    - d. Satu sampel dari air setelah melewati saluran tangga tiga kali.
    - e. Satu sampel dari air setelah melewati saluran tangga empat kali.
    - f. Empat sampel dari air setelah melewati saringan pada keempat modifikasi kelipatan pengaliran tersebut di atas.
  3. Jumlah air yang diambil pada setiap sampel sebanyak 250 ml.
  4. Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel adalah langsung dari botol sampel yang diberi kode sesuai dengan modifikasi yang dilakukan.
- Metodologi pengambilan sampel air dapat dilihat pada skema di bawah ini.

**Skema 1. Metodologi Pengambilan Sampel Air**



Catatan: X = tempat pengambilan sampel

**HASIL**

**Pengukuran kadar besi**

Kadar besi air baku (sebelum melewati saluran air) sangat bervariasi. Kandungan besi air baku tersebut adalah 1,450 mg/liter, 1,250 mg/liter, 2,850

mg/liter, 0,950 mg/liter, dan 2,450 mg/liter. Setelah air tersebut melalui saluran air bertangga dan saringan pasir cepat dengan berbagai modifikasi kelipatan pengaliran, kadar besi pada air seperti pada tabel 1.

**Tabel 1. Kadar Besi Dalam Air Sebelum dan Sesudah Melewati Saluran Air Bertangga dan Saringan Pasir Cepat**

No.	Air Baku	Kadar besi (mg/liter)							
		Sesudah Melewati							
		SAB	SAB-SPC	SAB	SAB-SPC	SAB	SAB-SPC	SAB	SAB-SPC
	1 x	1 x	2 x	2 x	3 x	3 x	4 x	4 x	
1.	1,450	0,850	0,175	0,850	0,150	0,375	0,075	0,250	0,075
2.	1,250	1,075	0,175	0,175	0,150	0,125	0,125	0,125	0,125
3.	2,850	1,900	0,075	1,350	0,075	0,900	0,080	0,750	0,125
4.	0,950	0,600	0,125	0,150	0,075	0,125	0,100	0,100	0,100
5.	2,450	1,650	0,250	1,300	0,125	0,875	0,075	0,250	0,060
Rata-rata.	1,790	1,215	0,160	0,760	0,115	0,380	0,091	0,295	0,98

SAB = Saluran Air Bertangga. SPC = Saringan Pasir Cepat.

Dari tabel tersebut di atas, pada air baku dengan kadar 2,850 mg/l setelah melewati saluran air bertangga dan saringan pasir cepat sebanyak satu kali menurun tajam menjadi 0,075 mg/l. Jika dilihat secara rata-rata, ternyata setelah melewati saluran air bertangga dan saringan pasir cepat untuk ketiga kalinya kadar besi turun sampai 0,091 mg/l, dan setelah keempat kalinya meningkat menjadi 0,098 mg/l.

Prosentase penurunan kadar besi setelah melewati saluran air bertangga dan saringan pasir cepat dapat dilihat pada Tabel 2.

dari dua kali ke pengaliran tiga kali, dan demikian juga dari kelipatan pengaliran tiga kali ke empat kali tidak menunjukkan kenaikan yang tajam.

#### Pengukuran pH

Hasil pengukuran pH pada air setelah melalui saluran air bertangga dan penyaringan pasir disajikan pada Tabel 3.

Dalam tabel tersebut di atas, tampak adanya variasi pH antara 6,0 sampai 7,5. Setelah dilakukan pengaliran dan penyaringan terjadi peningkatan pH dari pH rata-rata 6,2 meningkat menjadi 7,2

Tabel 2. Prosentase Penurunan Kadar Besi Setelah Melalui Saluran Air Bertangga Dan Saringan Pasir Cepat Dengan Modifikasi Kelipatan Pengaliran

Pemeriksaan	Modifikasi kelipatan pengaliran.			
	1 kali	2 kali	3kali	4 kali.
Pertama	41,4	41,4	74,1	82,7
Kedua	14,0	86,0	90,0	90,0
Ketiga	33,3	52,6	68,4	73,6
Keempat	36,8	84,2	86,8	89,4
Kelima	32,6	46,9	64,3	89,8
Rata-rata	31,6	62,2	76,7	85,1

Dalam Tabel 2, prosentase penurunan kadar besi setelah melalui saluran air bertangga dan saringan pasir cepat yang menunjukkan perbedaan mencolok adalah pada air baku pemeriksaan kedua. Yaitu dari kelipatan pengaliran satu kali ke pengaliran dua kali (dari 14,0% menjadi 86,0%). Secara rata-rata prosentase penurunan kadar besi yang menunjukkan kenaikan yang tajam adalah antara kelipatan pengaliran satu kali ke pengaliran dua kali. Sedangkan kelipatan pengaliran

(untuk satu, dan dua kali pengaliran), 7,1 (tiga kali pengaliran), dan 7,2 (empat kali pengaliran). Peningkatan kenaikan pH yang tajam terjadi pada air baku nomor satu setelah penyaringan pada pengaliran satu kali, yaitu dari 6,0 menjadi 7,0. Demikian juga pada air baku nomor lima, dari 6,5 menjadi 7,5 setelah diadakan penyaringan pada pengaliran satu kali. Untuk air baku nomor tiga, setelah penyaringan pada pengaliran satu kali terus menurun sampai yang keempat kali.

**Tabel 3. Keadaan pH air Setelah Perlakuan Pengaliran dan Penyaringan  
Dibandingkan dengan pH air sebelum periakuan  
Pengaliran dan Penyaringan**

No.	Sebelum	Sesudah penyaringan pada pengaliran			
		1 kali	2 kali	3 kali	4 kali
1.	6,0	7,0	7,1	7,3	7,2
2.	6,2	7,0	6,8	6,5	7,0
3.	6,2	7,5	7,3	7,3	7,0
4.	6,2	6,9	7,3	7,0	7,3
5.	6,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Rata-rata.	6,2	7,2	7,2	7,1	7,2

#### Pengukuran Kekeruhan

Hasil Pengukuran kekeruhan pada setiap modifikasi kelipatan pengaliran disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

an yang kedua kalinya, kekeruhan meningkat lagi menjadi 10,0 NTU, dan setelah yang ketiga menurun kembali seperti semula yaitu 7,5 NTU.

**Tabel 4. Hasil pengukuran kekeruhan air baku dan air setelah melewati saluran air bertangga dan saringan pasir cepat**

No.	air baku	Sesudah melewati saringan pasir pada kelipatan pengaliran			
		1 kali	2 kali	3 kali	4 kali
1.	20,0	16,0	9,0	7,5	6,0
2.	20,0	15,0	15,0	9,0	10,0
3.	80,0	10,0	8,0	8,0	10,0
4.	60,0	10,0	9,0	10,0	10,0
5.	105,0	7,5	10,0	7,5	7,5
Rata rata.	57,0	11,7	10,2	8,4	8,7

Dalam Tabel 4 tersebut di atas, terlihat pada air baku nomor lima, angka kekeruhannya cukup tinggi (105,0 NTU). Setelah melewati saringan pasir cepat pada kelipatan pengaliran satu kali, kekeruhan menurun tajam menjadi 7,5 NTU. Selanjutnya pada kelipatan pengalir

#### DISKUSI

Hasil pengukuran kadar besi pada air tanah yang berasal dari sumur pompa tangan sangat bervariasi. Kadar terendah 0,950 mg/liter dan kadar tertinggi 2,850 mg/liter. Adanya variasi kadar besi pada

air baku disebabkan oleh beberapa kemungkinan :

1. Pengambilan air dengan sumur pompa tangan setiap harinya tidak sama, sehingga pada saat penggunaan air yang terus menerus akan terjadi pengenceran. Hal ini berakibat bervariasinya kadar besi dalam air baku dari sumber yang sama.
2. Cara pengambilan air dari sumur pompa tangan, pengangkutan, dan pemindahan air dari sumber ke lokasi penelitian tidak selalu bebas dari pengaruh kontak dengan udara, sehingga cara pengambilan dan pengangkutan yang berbeda akan menimbulkan kadar besi yang berbeda.
3. Adanya kesalahan pemeriksaan atau pengaruh dari botol pengambilan sampel.

Pada Tabel 1, terlihat nilai rata-rata hasil pengukuran besi sesudah melewati saluran dengan berbagai modifikasi pengaliran, berturut-turut adalah 1,215 mg/liter, 0,765 mg/liter, 0,480 mg/liter, dan 0,295 mg/liter. Dengan demikian dapat disimpulkan adanya perbedaan penurunan kadar besi dalam air setelah 1 kali, 2 kali, 3 kali, dan 4 kali. Keadaan ini sesuai dengan beberapa referensi yang menyatakan bahwa salah satu cara untuk menurunkan kadar besi dalam air adalah dengan aerasi melalui saluran bertangga dan makin panjang tangga, maka makin besar penurunan kadar besinya<sup>4,7</sup>. Pembuktian bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar besi dalam air setelah melewati berbagai modifikasi pengaliran, dilakukan dengan analisis variasi satu arah. Dari hasil analisis variasi dapat dibuktikan bahwa hipotesa nol yang mengatakan tidak terdapat pengaruh modifikasi kelipatan pengaliran

terhadap penurunan kadar besi ditolak ( $p < 0,05$ ). Kesimpulannya adalah bahwa semakin banyak kelipatan pengaliran dilakukan, semakin turun kadar besi dalam air.

Analisis kemaknaan perbedaan kadar besi antara air baku dengan air yang telah melewati saluran tangga sebanyak satu kali, dengan perhitungan t-test, hasilnya menunjukkan adanya penurunan yang bermakna. Artinya dengan modifikasi satu kali pengaliran sudah terjadi penurunan yang bermakna. Tetapi bila dilihat dari persyaratan air minum, maka kadar besi 1,215 mg/liter masih di luar batas persyaratan 0,100-1,000 mg/liter.

Analisis kemaknaan perbedaan kadar besi pada berbagai modifikasi kelipatan pengaliran antara satu kali, dua kali, dan tiga kali menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna. Tetapi pada empat kali tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa modifikasi empat kali pengaliran sudah tidak efektif lagi dalam menurunkan kadar besi bila dibandingkan dengan perlakuan tiga kali. Sehingga untuk menurunkan kadar besi cukup dilakukan tiga kali pengaliran. Ditinjau dari persyaratan air minum maka hasil penurunan kadar besi pada perlakuan dua kali sudah menunjukkan hasil yang memenuhi syarat.

Dari hasil uji kemaknaan perbedaan kadar besi antara air baku dengan air yang telah melalui penyaringan dengan satu kali pengaliran ternyata ada penurunan kadar besi yang bermakna. Prosentase penurunan kadar besi mencapai 91,0% setelah air melalui satu kali pengaliran pada saluran air. Hasil uji kemaknaan perbedaan kadar besi antara hasil penyaringan dengan modifikasi satu kali pengaliran, dua kali, tiga kali, dan

empat kali pengaliran ternyata tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna. Sehingga hasil penyaringan dari berbagai modifikasi pengaliran relatif sama dan maksimal penurunan dicapai pada modifikasi tiga kali pengaliran.

Berdasarkan hasil analisis di atas dan pertimbangan teknis pelaksanaan, maka penggunaan unit saluran air bertangga dengan modifikasi satu kali pengaliran dan penyaringan merupakan pilihan yang tepat dengan alasan sebagai berikut :

1. Penurunan kadar besi dilihat dari hasil penyaringan sudah menunjukkan penurunan yang bermakna.
2. Hasil penyaringan dengan kadar besi 0,160 mg/liter sudah terletak pada batas 0,100-1,000 mg/liter.
3. Pengaliran air melewati saluran dengan satu kali lebih mudah dilaksanakan dari pada dua kali atau tiga kali, dan seterusnya.

Hasil pengukuran suhu udara tidak menunjukkan variasi yang berarti. Hanya 1 kali percobaan dari 5 kali percobaan menunjukkan suhu lebih besar yaitu 30°C, sedangkan yang lain 29°C. Jadi tidak ada suhu yang ekstrim yang ikut mempengaruhi penelitian. Perbedaan suhu yang besar akan berpengaruh terhadap jumlah kandungan oksigen terlarut (dissolved oxygen). Makin tinggi suhu makin berkurang kadar oksigen dalam air. Sehingga suhu 30°C pada penelitian ini masih belum berpengaruh besar terhadap perbedaan kadar oksigen.

Hasil pengukuran pH menunjukkan adanya rata-rata peningkatan pH sebesar 1,0. Peningkatan tersebut terjadi karena adanya oksidasi selama proses aerasi. Hal ini terlihat dengan semakin lamanya proses aerasi, umumnya pH cenderung naik. Selain itu adanya kenaikan pH ini erat hubungannya dengan proses oksidasi

yang terjadi pada saringan pasir akibat terbentuknya endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  pada lapisan pasir. Kenaikan pH sampai 7,2 masih dapat diterima karena tidak menyimpang dari batas pH air minum yaitu 6,5-9,2.

Hasil pengukuran kekeruhan sangat bervariasi, yaitu antara 20-105 NTU. Tingginya kekeruhan air baku pada percobaan kelima disebabkan karena sebelum dilakukan pengambilan air telah terjadi hujan pada malam harinya. Air menjadi keruh sesudah hujan ini sering terjadi pada sumur tersebut (informasi pemilik sumur pompa tangan).

Hasil pengukuran kekeruhan pada air setelah mengalami aerasi tidak menunjukkan penurunan yang konsisten. Bahkan ada kecenderungan kenaikan kekeruhan. Setelah melewati proses penyaringan, penurunan kekeruhan sangat berarti (rata-rata berkisar antara 8,4-11,7). Dilihat dari syarat kualitas air minum maka nilai tersebut masih dalam batas persyaratan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa saringan pasir dapat menurunkan kekeruhan pada air<sup>8</sup>.

Modifikasi satukali pengaliran pada unit saluran air bertangga telah menunjukkan penurunan kadar besi yang bermakna. Dengan demikian mengingat kemudahan dalam pelaksanaannya, maka tim peneliti berpendapat bahwa modifikasi satu kali telah dapat menggantikan fungsi tangga *cascade*. Walaupun modifikasi dua kali dan tiga kali menghasilkan kadar besi yang lebih rendah dari satu kali pengaliran, tetapi perbedaan yang ada tidak berarti.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Unit penurunan kadar besi dengan sistem saluran air bertangga yang dilengkapi

saringan pasir cepat dapat diterapkan pada masyarakat daerah pedesaan.

Beberapa aspek yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut :

1. Perangkat unit saluran air bertangga dengan modifikasi dapat menggunakan bahan yang ada di daerah setempat.
2. Untuk memudahkan pengaliran air ke atas ember, dapat digunakan saluran pipa dari sumur pompa tangan. Debit yang ada pada ember tetap diatur.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh lamanya penyaringan terhadap penurunan zat besi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada dr. I. Made Djaja, SKM, M.Sc, Dra. Sudarti, SKM, MA dan Amin Kurnia, SKM dari Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, serta Drs. Sutia Anggadhardja dari Akademi Penilik Kesehatan Jakarta, yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

#### KEPUSTAKAAN

1. Indonesia. *Rencana Pembangunan Lima Tahun Keempat 1984/85 - 1988/89*. Buku II: 442 dan Buku III: 118.

2. American Water Works Association. (1973). *Ground Water*. AWWA Manual M.21. 2 Park Avenue. New York: 122.
3. Wiyono dkk. (1981). *Pengaruh Bentuk Cascade Dalam Proses Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Zet Besi (Fe) Dalam Air Sumur di Kecamatan Kedaton Kabupaten Lampung Selatan Pada Tahun 1981*. Laporan Penelitian. SPPH. Tanjung Karang: 2.
4. Holden, WS. (1970). *Water Treatment and Examination*. J & A Churchill, London: 427-436.
5. Anorital. (1987). *Tinjauan Kualitas Air Tanah di Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 1985-1986*. Skripsi pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia. Jakarta: 57.
6. Tugaswati, Tri (1979). Pengaruh Penyimpangan Standar Kualitas Air Minum Terhadap Kesehatan. *Majalah Kesehatan Masyarakat*. 8 (20) : 26-28.
7. Scott, G.R. (1971) *Water Quality Treatment*. The American Water Works Association, Inc. New York: 55.
8. Steel, Ernest. W. (1960). *Water Supply and Sewerage*. Fourth Edition. Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo: 218 dan 264.

\*\*\*\*\*