

# KAJIAN POTENSI SUMBER AIR BAKU UNTUK PENYEDIAAN AIR MINUM DI LINGKUNGAN KAMPUS III UMM

Sulianto<sup>1</sup>, Rofikatul K<sup>2</sup>, Samin<sup>3</sup>, Mubin<sup>4</sup>, Eko Budi<sup>5</sup>

<sup>12345</sup>Universitas Muhammadiyah Malang, Malang

Kontak Person:

Sulianto

Jl. Raya Tlogomas 246 Malang

Telp. +6281233474243, +62341-464318-19 Ext. 130

E-mail: [sulianto@umm.ac.id](mailto:sulianto@umm.ac.id)

## Abstrak

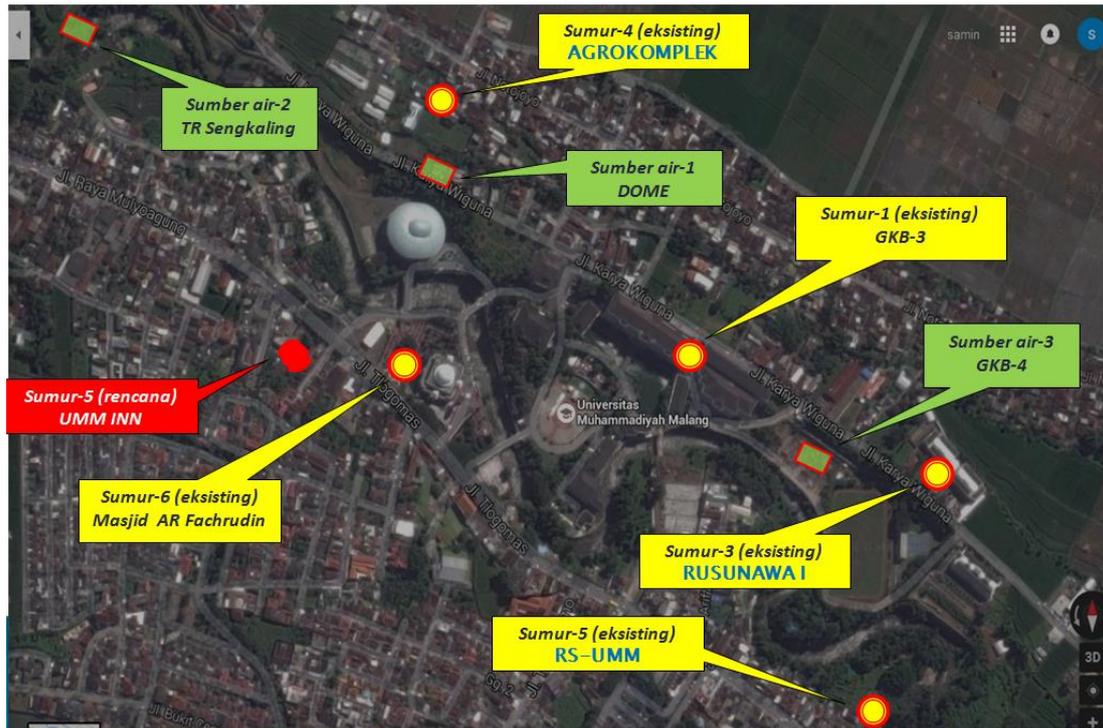
Berada di tepian Sungai Brantas Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) memiliki keuntungan tersendiri ditinjau dari segi hidrogeologi oleh karena memiliki potensi sumber air bersih yang cukup melimpah. Dalam upaya meningkatkan nilai manfaat potensi air bersih Fakultas Teknik UMM berinisiatif melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi potensi sumber air yang ada guna meningkatkan manfaatnya menjadi air bersih siap minum. Penelitian tahap awal dilaksanakan pada sumber air eksisting yang dianggap potensial dan relevan untuk dikembangkan, yaitu : Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3. Melalui uji pompa dan pengamatan waktu pengisian tandon tampak bahwa kedua sumber air tersebut masih menyimpan potensi air yang cukup besar ditinjau dari segi kuantitas. Hasil analisa menunjukkan bahwa sisa potensi air di Sumur Bor RS-UMM adalah 3.13 l/detik dan di Sumur Bor GKB-3 sebesar 1.78 l/detik. Hasil analisa laboratorium kualitas air pada kedua sumber tersebut menunjukkan hasil sangat baik. Semua parameter kimia kualitas air yang diuji menunjukkan hasil di bawah ambang batas yang disyaratkan oleh Departemen Kesehatan RI dalam PERMEKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kedua sumber air baku yang diteliti layak ditingkatkan manfaatnya menjadi air bersih siap minum dengan menerapkan teknologi yang relevan.

**Kata kunci :** air bersih, minum, potensi, sumber, umm.

## 1. Pendahuluan

Dalam upaya memenuhi kebutuhan air bersih untuk operasional kampus dan amal-amal usaha yang dimiliki, UMM telah mengeksplorasi beberapa potensi air yang ada. Sumber air permukaan yang telah dieksplorasi meliputi ; 1) sumber air di Taman Rekreasi Sengkaling untuk memenuhi kebutuhan operasional Taman Rekreasi Sengkaling, 2) sumber air di sekitar UMM Dome untuk memenuhi kebutuhan air bersih dalam mendukung kegiatan UMM Dome dan 3) sumber air di sekitar GKB 4 untuk memenuhi kebutuhan air Gedung GKB 4. Pemanfaatan air tanah melalui sumur bor, meliputi : 1) Sumur bor GKB 3, 2) sumur bor Rusunawa-1, 3) sumur bor Masjid AR Fachruddin, 4) sumur bor Laborarium AGRO KOMPLEK, 5) sumur bor Rumah Sakit UMM (RS-UMM) dan sumur di UMM Inn. Potensi air yang telah dimanfaatkan umumnya cukup melimpah ditinjau dari segi kuantitas, namun pola pemanfaatannya masih belum optimal karena masih dikelola secara parsial. Kedudukan sumber-sumber air potensial dalam lingkungan Kampus III ditunjukkan pada Gambar 1.

Sebagai upaya meningkatkan nilai tambah dari potensi air baku yang ada, Fakultas Teknik UMM bermaksud mengelola sebagian dari potensi air bersih tersebut menjadi air siap minum. Dalam kaitan tersebut peneliti mengusulkan agar potensi air tanah dalam (air dari sumur bor) lebih diprioritaskan dibanding potensi sumber air permukaan. Terdapat beberapa pertimbangan yang melandasi usulan tersebut, yaitu ; 1) sumber air tanah dalam dianggap handal dalam hal kuantitas dan kontinuitasnya oleh karena tidak banyak terpengaruh oleh faktor musim, 2) harga satuan produksi air tanah dianggap lebih murah karena resiko tercemar oleh polutan relative kecil, dan 3) UMM telah memiliki sejumlah sarana eksplorasi air tanah (sumur bor eksisting) cukup banyak dengan potensi dari segi kuantitas cukup besar.



**Gambar 1** Kedudukan sumber-sumber air potensial dalam lingkungan Kampus III UMM.

Berkaitan dengan rencana pemanfaatan sumber air baku untuk penyediaan air bersih siap minum, maka substansi dari penelitian ini diarahkan pada upaya mengidentifikasi potensi sumber-sumber air potensial di lingkungan Kampus III UMM berdasarkan tinjauan pada aspek kualitas dan kuantitas air. Kegiatan penelitian menyeluruh untuk maksud tersebut tentu membutuhkan sumber daya yang sangat besar, oleh sebab itu penelitian dilaksanakan secara bertahap. Pada tahap awal ini dipilih lokasi penelitian pada Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3. Hasil penelitian secara keseluruhan diharapkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk implementasi dari program penyediaan sarana air bersih siap minum di lingkungan Kampus UMM.

## 1.1 Teori dasar aliran air tanah

### 1.1.1 Aliran radial unsteady memusat ke sumur

Potensi suatu sumur ditunjukkan oleh besaran yang dihasilkan dari kegiatan pengujian, yaitu koefisien daya air (*storage coefficient*) dan transmisivitas. Pada saat pemompaan dengan debit tetap terjadi proses penurunan muka air tanah/pisometrik. Penurunan ini akan berlangsung terus hingga mencapai kesetimbangan. Pengaliran saat sebelum mencapai kesetimbangan ini merupakan aliran tidak tetap (*unsteady flow*). Persamaan aliran tidak tetap menuju sumur dapat diketahui dengan rumus dibawah ini [1].

$$\frac{\partial^2 h}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial h}{\partial r} = \frac{s}{T} \cdot \frac{\partial h}{\partial t} \quad (1)$$

### 1.1.2 Analisis potensi sumur Metode Theis

Pemecahan persamaan (2) untuk memperoleh nilai T dan S terlampaui sulit oleh karena  $\mu$  dan  $W(u)$  tidak diketahui. Untuk memudahkan penyelesaian, Wenzel membuat table hubungan  $\mu$  dan  $W(u)$ . Dengan demikian penyelesaian persamaan di atas dapat didekati dengan :

$$S = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \cdot W(u) ; \quad \mu = \frac{r^2}{4 \cdot T \cdot t} ; \quad \frac{r^2}{t} = \left( \frac{4T}{s} \right) \mu \quad (2)$$

dengan,  $W(u)$  = fungsi sumur. Dari persamaan tersebut terlihat hubungan  $W(u)$  dan  $\mu$  dengan  $s$  dan  $(r^2/t, s)$  akan berubah sesuai perubahan  $W(u)$  dan  $\mu$  berubah jika  $r^2/t$  berubah.

### 1.1.3 Analisis potensi sumur Metode Cooper Jacop

Metode ini pada prinsipnya sama dengan metode Theis, yaitu menggunakan persamaan (2). Untuk nilai  $r$  kecil dan  $t$  besar maka nilai  $\mu$  menjadi kecil, sesuai persamaan tersebut. Dengan demikian nilai  $\mu$  pada persamaan Theis dapat diabaikan dan persamaan tersebut dapat disederhanakan menjadi :

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \left( -0.5772 - \ln \left( \frac{r^2 S}{4Tt} \right) \right) \text{ atau, } s = \frac{2,30.Q}{4.\pi.T} \log \frac{2,25.Tto}{r^2 / s} \quad (3)$$

Bila harga  $s$  diplot melawan harga  $\log (t)$ , maka bentuk persamaan tersebut adalah berupa garis lurus (linier). Bila  $s=0$  pada  $t=t_0$ , maka ;

$$0 = \frac{2,30Q}{4\pi T} \log \frac{2,25Tt_0}{r^2 / s} \quad \text{atau,} \quad \frac{2,25Tt_0}{r^2 / s} = 1 \quad (4)$$

sehingga, 
$$S = \frac{2,25Tt_0}{r^2} \quad (5)$$

Untuk menghitung nilai  $T$ , diambil satu siklus  $\log$  maka  $\log (t/t_0) = 1$  sehingga nilai  $s$  adalah  $\Delta s$  yang merupakan *draw-down* per  $\log$  siklus dari  $t$ . Dengan demikian  $T$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = \frac{2,30.Q}{4.\pi.\Delta s} \quad (6)$$

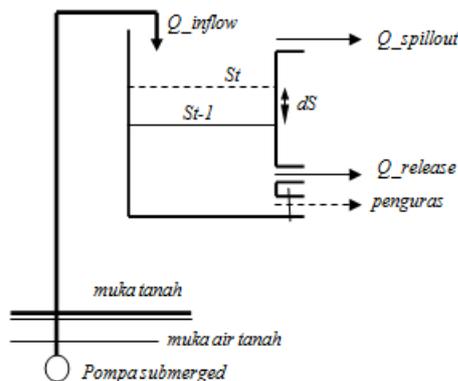
### 1.1.4 Analisis potensi sumur Metode Chow

Pemecahan dalam metode ini dilakukan dengan menggunakan nilai hubungan antara  $F(u)$ ,  $W(u)$  dan  $\mu$  dalam kertas *log-log*. Selanjutnya proses analisisnya dapat mengikuti langkah-langkah berikut ; 1) dibuat grafik hubungan antara nilai  $F(u)$ ,  $W(u)$  dan  $\mu$  dalam kertas *log-log* sesuai yang dikemukakan oleh Chow, 2) data *drawdown* dan waktu diplot pada kertas semi *log* merupakan kurva hubungan  $s$  dan  $t$ , 3) tentukan titik sembarang (misal Titik A) maka akan terbaca nilai  $s$  dan  $t$  untuk titik A, dan  $\Delta s (A)$ , 4) hitung nilai  $F(u)$ , 5) dengan menggunakan Grafik Chow maka diperoleh  $\mu$  dan  $W(u)$ , 6) dengan menggunakan parameter-parameter yang telah diperoleh dari langkah sebelumnya hitung  $T$  dan  $S$ . Nilai  $F(u)$ ,  $T$  dan  $S$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (10).

$$F(u) = \frac{s(A)}{\Delta s(A)} \quad ; \quad T = \frac{Q}{4.\pi.s} W(u) \quad ; \quad S = \frac{4.\mu.T}{r^2} t \quad (7)$$

### 1.1.5 Keseimbangan air di tendon

Konsep keseimbangan air di tendon penampung secara skematis ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2 Skema Keseimbangan Air Pada Tandon Penampung.

Berdasarkan Gambar 4, maka keseimbangan air di tandon dapat dinyatakan sebagai :

$$S(t) = S(t-1) + Q_{inflow}(t) - Q_{release}(t) - Q_{spillout}(t) \quad (8)$$

Jika  $S(t) > S_{maksimum}$ , maka  $Q_{spillout} = S(t) - S_{maksimum}$ , dan

jika  $S(t) < S_{maksimum}$ , maka  $Q_{spillout} = 0$ .

Debit pemompaan dinyatakan sebagai :  $dS/dt$ .

## 2. Metode Penelitian

Data sekunder dalam penelitian ini adalah data teknis konstruksi Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3, peta topografi dan peta geologi regional Wilayah Kota dan Kabupaten Malang. Peta topografi dan geologi berasal dari Jawatan Topografi Nasional dari pembelian di Laboratorium Jurusan Geodesi ITN Malang. Data primer Sumur Bor RS UMM diperoleh dari pengujian pemompaan di lapangan yang dilaksanakan pada Tahun 2018. Hasil pengujian pompa berupa data hubungan antara debit pemompaan dan penurunan muka air tanah di titik sumur. Pelaksanaan pengukuran dilaksanakan selama 24 jam dengan menggunakan peralatan stop watch, roll meter, hydrometer, drum dan peralatan penunjang lainnya. Uji pemompaan dilaksanakan pada dua kondisi, yaitu debit pemompaan tetap (*static*) untuk mewakili kondisi aliran *steady* dan debit pemompaan bertingkat untuk mewakili kondisi *unsteady*. Data hasil pengujian selanjutnya dianalisa dengan menggunakan Metode Theis, Cupper Jacop dan Chow untuk menghasilkan nilai parameter-parameter yang dapat mendiskripsikan keandalan sumur. Uji pompa pada Sumur Bor GKB-3 belum bisa dilaksanakan oleh karena keterbatasan sumber daya dan sulitnya mengatur jadwal pelaksanaan pengujian. Uji kapasitas produksi Sumur Bor GKB-3 dilaksanakan melalui pengamatan tingkat konsistensi debit sumur pada saat pengisian tandon. Tingkat konsistensi sumur dianalisa berdasarkan persamaan keseimbangan air di tandon. Pengamatan pengisian tandon dilaksanakan pada Tanggal Tanggal 19 hingga 30 Agustus 2019. Uji kualitas air dilaksanakan pada Tanggal 10 Agustus 2019 di Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I Malang.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Analisa kapasitas produksi Sumur Bor RS-UMM

#### 3.1.1 Data uji pemompaan

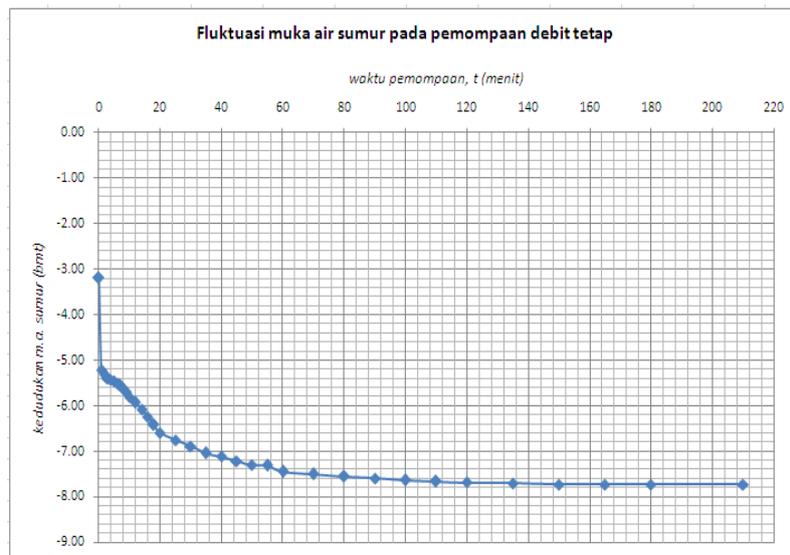
Uji pompa dilaksanakan dengan menggunakan metode “*debit static*” dan “*step draw-down test*”. Hasil uji pompa secara ringkas adalah ; a) MAS (muka air sumur bor sebelum dipompa) = 3.19 meter di bawah permukaan tanah (bmt), b) pengujian dengan debit static (*continous rate test*) sebesar 9.21 liter/detik dilaksanakan selama 210 menit hingga kedudukan muka air sumur pada posisi 7.720 meter bmt atau setara dengan *draw-down* sebesar 4.530 meter, c) Uji kondisi *recovery* sumur dilaksanakan pada posisi  $t = 181$  menit dan muka air sumur pada posisi 5.65 meter bmt. *Recovery* mencapai kondisi setimbang (MAS = 3.19 meter bmt) terjadi pada  $t = 360$  menit atau selama 180 menit. Pemompaan pada “*step draw-down test*” dilaksanakan pada ;

**Tabel 1.** Pemompaan *step draw-down test*

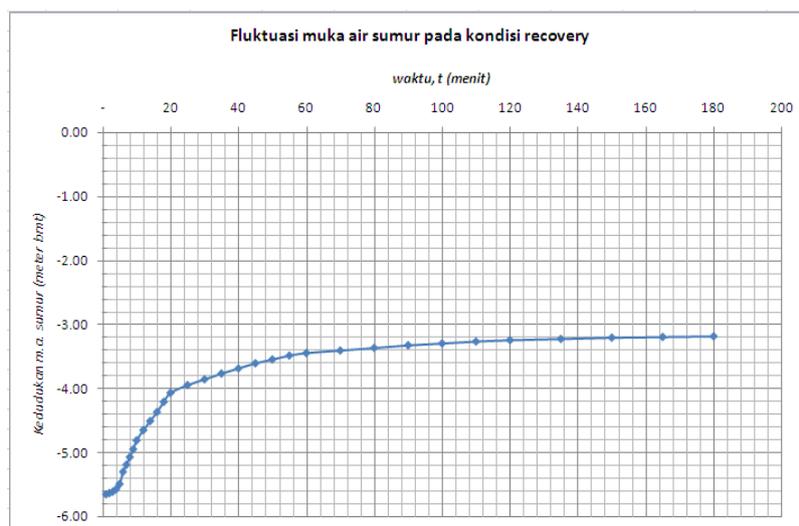
STEP	Debit (liter/detik)	MAD (meter bmt)	t (menit)
I	3.00	4.41	60
II	6.14	5.73	60
III	9.21	7.67	60

Keterangan : MAD = muka air dinamis

Data hasil pengukuran secara ringkas ditunjukkan pada Gambar 3, 4 dan 5 berikut.



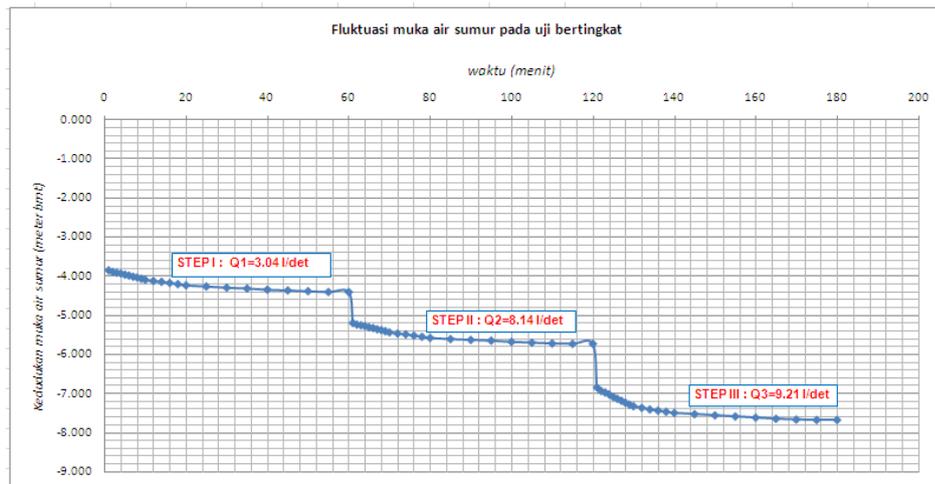
**Gambar 3** Fluktuasi Muka Air Sumur Pada Uji Pompa Debit Tetap



**Gambar 4** Kenaikan Muka Air Sumur Pada Kondisi Recovery

### 3.1.2 Uji kapasitas produksi sumur dengan debit tetap (steady)

Pengujian sumur dengan pemompaan debit tetap diarahkan pada upaya untuk memperoleh besaran Transmisivitas ( $T$ ) dan koefisien permeabilitas ( $k$ ) dari akuifer. Dalam pelaksanaan pengujian tidak tersedia sumur pantau, sehingga pengukuran penurunan muka air tanah juga dilakukan pada sumur produksi yang diteliti. Dengan kondisi seperti ini maka Metode Chow dan Metode Cooper Jacop menjadi relevan untuk diterapkan, sedangkan Metode Theis tidak cocok diterapkan.



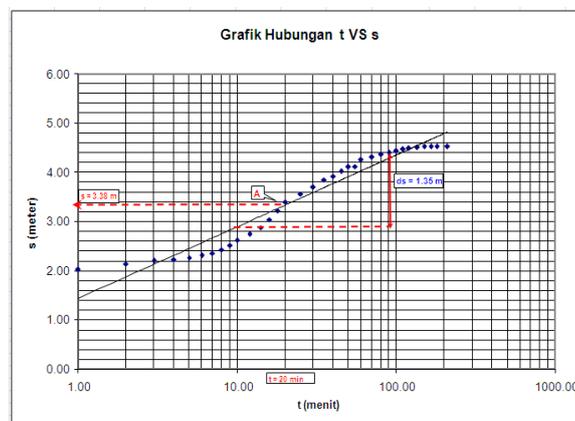
**Gambar 5** Fluktuasi muka air sumur pada uji pompa bertingkat

### 3.1.3 Pengujian dengan menggunakan Metode Chow

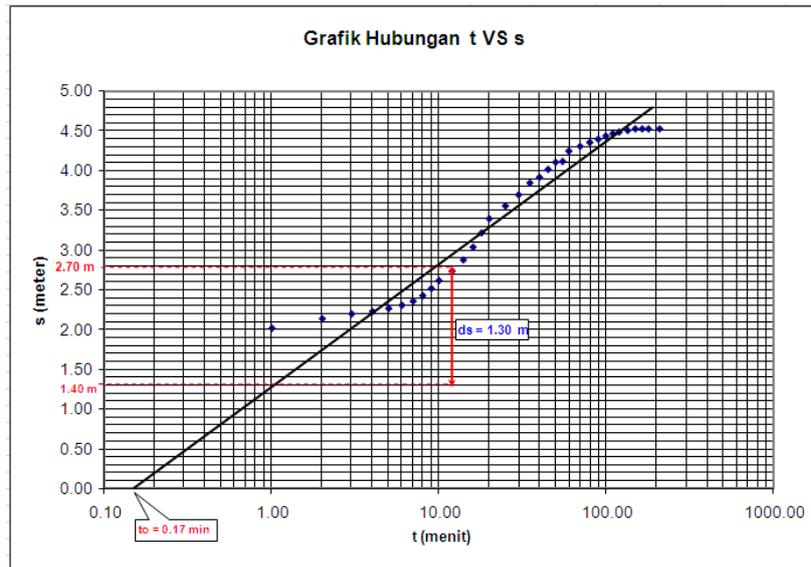
Dalam analisis menggunakan Metode Chow maka data pengukuran draw-down muka air sumur digambar pada lembar kerja skala *log-normal* seperti ditunjukkan Gambar 4. Debit pemompaan ( $Q$ ) sebesar 9.21 liter/detik atau  $795.74 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Dari Gambar 4 dan diambil Titik A sebagai titik tinjauan, maka diperoleh  $t = 20 \text{ menit} = 0.013889 \text{ hari}$ ;  $s = 3.38 \text{ meter}$  dan  $ds = 1.35 \text{ meter}$ , dan nilai  $F(u)$  didapat;  $F(u) = s/ds$  atau 2.504. Bila nilai tersebut dimasukkan ke dalam grafik standar dari Chow, maka diperoleh  $u = 0.001$  dan  $W(u) = 6.10$ . Dengan menggunakan persamaan (7) maka di peroleh Transmisivitas ( $T$ ) sebesar  $114.339 \text{ m}^2/\text{hari}$  atau setara  $4.764 \text{ m}^2/\text{jam}$ . Untuk tebal akuifer ( $d$ ) = 30 meter, maka Koefisien permeabilitas ( $k$ ) =  $T/d = 4.764/30 = 0.1588 \text{ m/jam}$  atau sebesar 3.81 meter/hari. Selanjutnya dengan tinggi muka air sebelum pemompaan ( $MAS$ ) = 3.19 meter dan tinggi muka air setelah pemompaan ( $MAD$ ) = 7.72 meter, maka diperoleh debit jenis ( $Q_s$ ) =  $Q/(MAD-MAS) = 9.21/(7.72-3.19)$  atau setara 2.033 liter/detik/m.

### 3.1.4 Pengujian dengan menggunakan Metode Cooper-Jacop

Data pengukuran draw-down diplot pada lembar kerja skala *log-normal* seperti ditunjukkan Gambar 6. Selanjutnya dengan debit pemompaan sebesar 9.21 liter/detik, serta memperhatikan grafik pada Gambar 7 maka diperoleh  $t_0 = 0.17 \text{ menit} = 0.00018 \text{ hari}$ , dan  $ds = 1.30 \text{ meter}$ . Dengan menggunakan persamaan (6) Transmisivitas ( $T$ ) didapat sebesar  $112.09 \text{ m}^2/\text{hari}$  atau setara  $4.670 \text{ m}^2/\text{jam}$ , dan Koefisien Permeabilitas ( $k$ ) =  $T/d = 4.670/30 = 0.1557 \text{ m/jam}$  atau setara 3.736 m/hari.



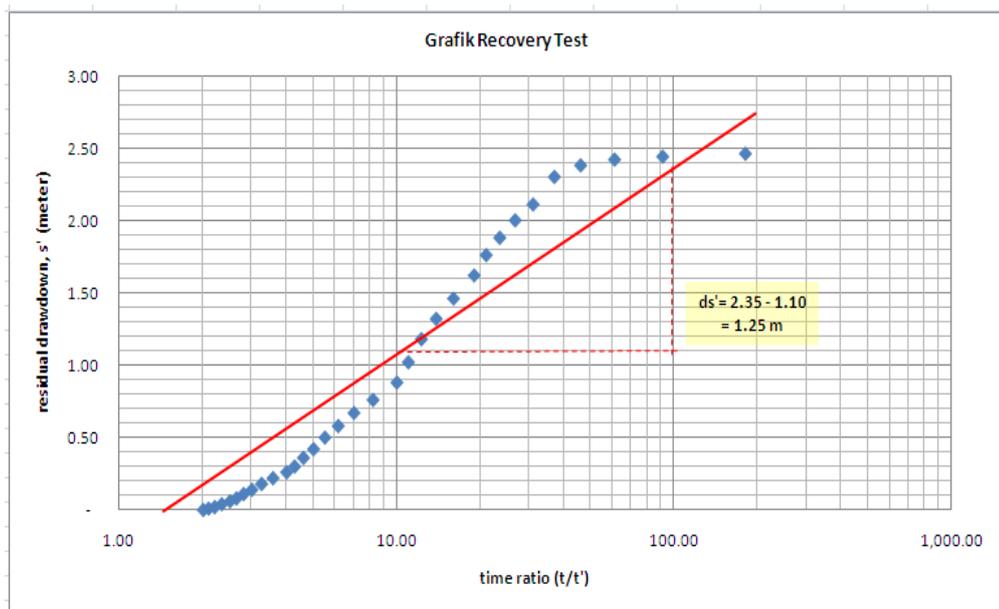
**Gambar 6** Grafik hubungan waktu (t) dan draw-down (s) Metode Chow



Gambar 7 Grafik hubungan waktu (t) dan draw-down (s) Metode Cooper-Jacop

### 3.1.5 Pengujian dengan menggunakan data recovery test

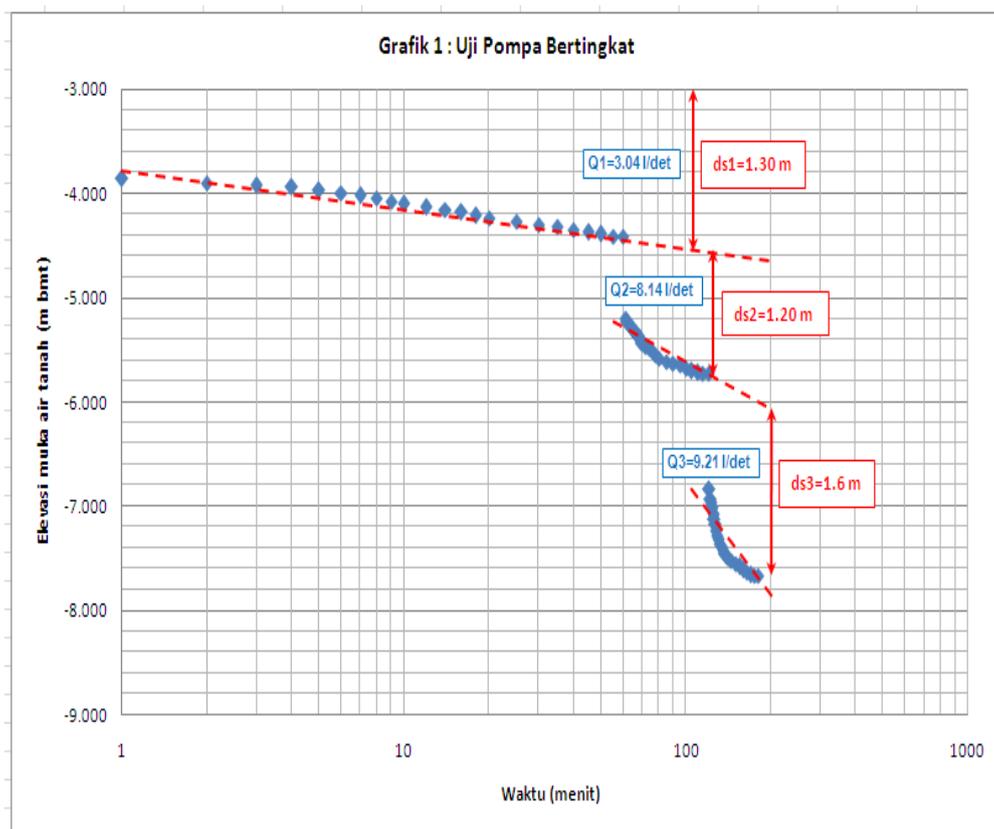
Analisis data recovery test menggunakan Metode Cooper-Jacop. Hubungan time ratio ( $t/t'$ ) dengan residual draw-down diplot pada lembar kerja skala *log-normal* seperti ditunjukkan Gambar 8. Dengan debit pemompaan sebesar 9.21 liter/detik serta memperhatikan grafik pada Gambar 8, maka diperoleh  $ds' = 1.25$  meter. Dengan menggunakan persamaan (6) nilai Transmisivitas (T) didapat  $116.57 \text{ m}^2/\text{hari}$  atau setara  $4.86 \text{ m}^2/\text{jam}$ , dan untuk tebal akuifer (d) 30 meter, maka koefisien permeabilitas ( $k$ ) =  $T/d = 116.57/30 = 3.886 \text{ m/hari}$  atau setara  $0.162 \text{ m/jam}$ .



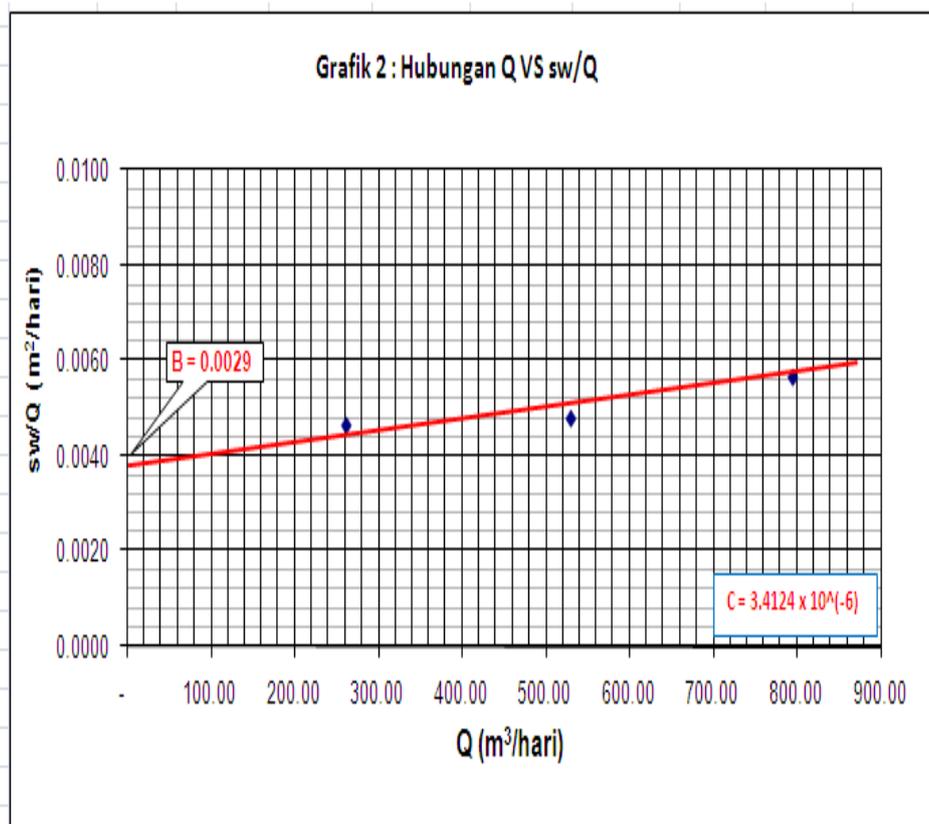
Gambar 8 Grafik Hubungan Waktu dan Residual Draw-down Kondisi Recovery

### 3.1.6 Pengujian dengan debit bertingkat

Pengujian “*step draw-down test*” dilaksanakan melalui tiga besaran debit secara bertingkat dan berturut-turut, yaitu dengan  $Q_1$  sebesar 3.04 liter/detik,  $Q_2$  sebesar 6.14 liter/detik dan  $Q_3$  sebesar 9.21 liter/detik. Elevasi muka air tanah mula-mula pada posisi -3.19 meter di bawah muka tanah. Masa pemompaan untuk setiap step dilaksanakan selama 60 menit secara terus-menerus. Penurunan muka air sumur ( $S_w$ ) akibat pemompaan untuk masing-masing debit tersebut adalah 1.22 meter, 2.54 meter dan 4.48 meter. Gambar hubungan waktu dengan penurunan muka air sumur pada skala *log-normal* ditunjukkan pada Gambar 9. Dari data tersebut maka nilai  $S_w/Q$  untuk setiap tingkat dapat diperoleh seperti ditunjukkan pada Tabel 1, dan hubungannya dengan debit ( $Q$ ) ditunjukkan pada Gambar 10. Dari interpretasi Gambar 10 maka didapat Koefisien Aquifer Loss ( $B$ ) sebesar  $0.0029 \text{ m}^2/\text{hari}$  dan Koefisien Well Loss ( $C$ ) sebesar  $3.4124 \times 10^{-6} \text{ menit}^2/\text{m}^3$ . Selanjutnya dengan menggunakan parameter tersebut maka nilai *Well Loss* ( $CQ^2$ ), *Aquifer Loss* ( $BQ$ ), *Efisiensi Pemompaan* ( $E_p$ ) dan *Faktor Development* ( $F_d$ ) dapat dihitung, hasil selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 2. Grafik hubungan antara debit pemompaan dan efisiensi pemompaan ditunjukkan Gambar 11. Dari semua informasi yang diperoleh maka disimpulkan ; 1) klasifikasi sumur berdasarkan Factor Development ( $F_d$ ) menurut Bierschenk adalah sangat baik oleh karena nilai  $F_d$  yang dihasilkan mendekati nilai 0.1, 2) kondisi sumur berdasarkan harga Koefisien Well loss ( $C$ ) menurut Walton adalah sangat baik oleh karena nilai  $C$  hasil perhitungan sangat kecil, yaitu kurang dari  $0.1 \text{ menit}^2/\text{m}^3$ , 3) sumur bor RS-UMM pada dasarnya cukup potensial untuk dieksplorasi lebih besar. Pada efisiensi Pemompaan ( $E_p$ ) 100% memberikan nilai debit  $100 \text{ m}^3/\text{hari}$ . Rencana pengambilan air maksimum untuk memenuhi kebutuhan air bersih RS-UMM sebesar 4 liter/detik atau setara dengan  $345.60 \text{ m}^3/\text{hari}$  akan dapat dipenuhi dengan tingkat efisiensi pemompaan sebesar 50%.



**Gambar 9.** Grafik hubungan waktu dan kedudukan m.a. sumur pada “*step draw-down test*”



Gambar 10 Grafik hubungan debit (Q) dan Sw/Q

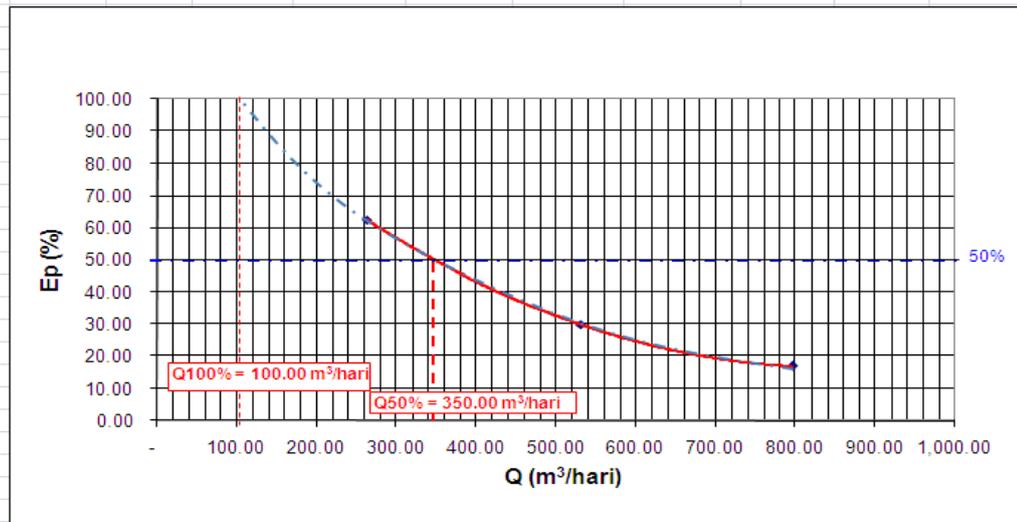
Tabel 1 : Perhitungan Sw/Q

Tingkat uji pompa	dt (jam)	Q l/det	Sw m³/hari	ds (meter)	El. M.a.t. (meter)	Sw/Q (m²/hari)	
1	1.00	<b>3.04</b>	262.66	<b>1.220</b>	1.300	-4.41	0.00464486
2	1.00	<b>6.14</b>	530.50	<b>2.540</b>	1.200	-5.73	0.00478797
3	1.00	<b>9.21</b>	795.74	<b>4.480</b>	1.600	-7.67	0.00562995

Tabel 2 : Perhitungan aquifer loss, well loss, efisiensi pemompaan dan factor development

B	C	Q (m³/hari)	sw (m)	CQ² (m)	BQ (m)	Ep (%)	Fd
0.00290	3.4E-06	262.66	1.220	0.24	0.76	62.43	0.12
		530.50	2.540	0.96	1.54	29.99	
		795.74	4.480	2.16	2.31	17.00	

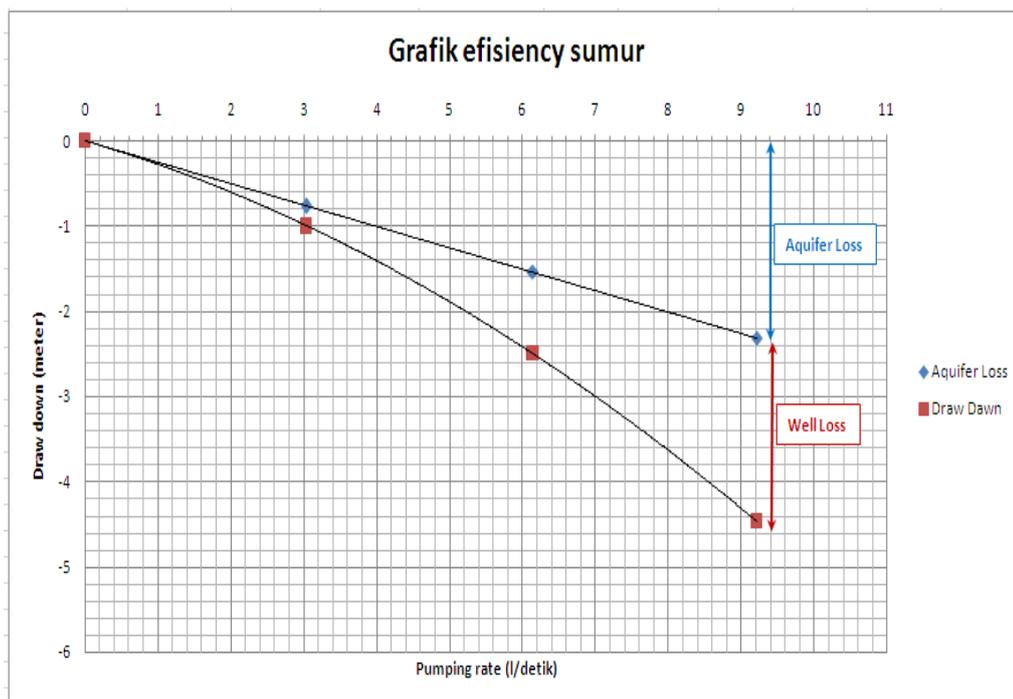
Keterangan :  $Ep = BQ/sw \cdot 100\%$  dan  $Fd = C/B \cdot 100\%$



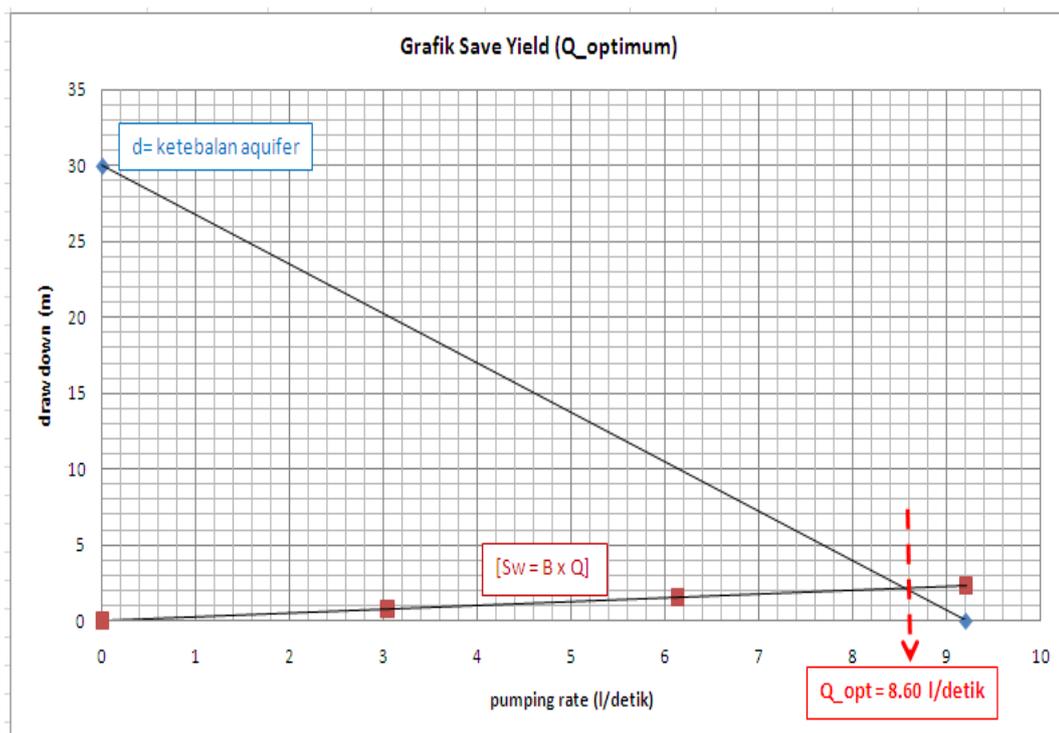
**Gambar 11** Grafik hubungan debit (Q) dan efisiensi sumur (Ep)

### 3.1.7 Analisa kapasitas produksi sumur

Grafik hubungan debit pemompaan (*pumping rate*) dengan tingkat penurunan muka air sumur ditunjukkan pada Gambar 12. Tabel 2 dan Gambar 11 menunjukkan tingkat efisiensi sumur akan semakin menurun seiring meningkatnya nilai debit pemompaan. Dengan debit pemompaan maksimum 9.21 liter/detik akan memberikan nilai Aquifer Loss sebesar 2.31 meter, Well Loss 2.16 meter, Draw-down 4.47 meter bmt dan Well efficiency 17 %. Perhitungan Save yield untuk menentukan debit pemompaan optimum ditunjukkan pada Gambar 13. Dengan menganggap bahwa tidak ada pengisian dalam aquifer selama pemompaan maka diperoleh debit optimum sebesar 8.60 liter/detik.



**Gambar 12.** Grafik Aquifer Loss dan Well Loss



**Gambar 13.** Grafik save yield untuk menentukan Q optimum

### 3.2 Konsistensi produksi Sumur Bor GKB-3

Konsistensi produksi Sumur Bor GKB-3 diperkirakan dari hasil analisis data pengamatan waktu pengisian tandon (*ground tank*) yang terletak di lantai basement GKB-2. Pengamatan waktu pengisian tandon dilaksanakan pada puncak musim kemarau, yaitu Tanggal 19 hingga Tanggal 30 Agustus 2019. Hasil pengamatan selengkapnya disajikan pada Tabel 3. Tandon memiliki total volume 21 m<sup>3</sup> dengan kapasitas tampungan efektif 18.9 m<sup>3</sup>. Pengisian tandon secara otomatis rata-rata terjadi 2 kali dalam sehari.

**Tabel 3.** Perhitungan debit produksi Sumur Bor GKB-3

Nomor Pengukuran	Tanggal Pengukuran	Hari	Waktu Pengisian		Lama Pengisian (Menit)	Volume Tandon (m <sup>3</sup> )	Debit Pengisian Tandon		
			Mulai (WIB)	Finish (WIB)			Debit Terukur (1/menit)	Debit Rerata (1/detik)	Debit Rerata (1/detik)
1	19 Agustus 2019	Senin	4.62	6.17	93.49	18.90	202.17	3.37	3.22
2			16.99	18.66	99.99	18.90	189.03	3.15	
3	20 Agustus 2019	Selasa	8.68	10.33	98.91	18.90	191.09	3.18	
4			15.23	16.84	96.47	18.90	195.92	3.27	
5	21 Agustus 2019	Rabu	5.53	7.11	94.71	18.90	199.56	3.33	
6			18.82	20.54	103.64	18.90	182.37	3.04	
7	22 Agustus 2019	Kamis	10.26	11.94	101.01	18.90	187.11	3.12	
8			14.77	16.37	95.55	18.90	197.80	3.30	
9	23 Agustus 2019	Jumat	7.72	9.35	97.63	18.90	193.59	3.23	
10			13.77	15.33	93.54	18.90	202.05	3.37	
11	26 Agustus 2019	Senin	10.05	11.73	100.73	18.90	183.63	3.13	
12			16.97	18.63	99.94	18.90	189.12	3.15	

13	27 Agustus		7.18	8.80	96.91	18.90	195.03	3.25
14	2019	Selasa	18.30	20.01	102.61	18.90	184.20	3.07
15	28 Agustus		12.16	13.88	103.54	18.90	182.53	3.04
16	2019	Rabu	15.10	16.71	96.21	18.90	196.45	3.27
17	29 Agustus		4.30	5.85	93.07	18.90	203.07	3.38
18	2019	Kamis	13.43	14.98	92.86	18.90	203.53	3.39
19	30 Agustus		11.61	13.32	102.81	18.90	183.83	3.06
20	2019	Jumat	14.59	16.17	95.18	18.90	198.58	3.31
Maksimum								3.39
Minimum								3.04
Standar Deviasi								0.120

Waktu pengisian tandon tergantung dari kedudukan muka air di dalam tandon, yaitu dimulai pada saat kedudukan muka air tandon minimum. Hasil analisis sebagaimana ditunjukkan Tabel 3 menunjukkan bahwa secara kualitatif debit produksi sumur cukup konsisten karena variasi nilai debit cukup kecil. Debit minimum sebesar 3.04 l/detik, debit maksimum 3.39 l/detik, debit rerata 3.22 l/detik dengan standar deviasi 0.12 l/detik. Selanjutnya dengan rata-rata pengisian 2 kali per hari, maka debit kebutuhan air bersih rerata yang dilayani adalah 0.4375 l/detik. Potensi sumber air yang dapat dikembangkan merupakan selisih kedua besaran tersebut, yaitu sebesar 2.78 l/detik.

### 2.3 Tinjauan terhadap kualitas air

Sampling kualitas air Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3 dilaksanakan pada Tanggal 10 Agustus 2019. Analisa laboratorium dilakukan di Laboratorium Kualitas Air PERUM JASA TIRTA I Malang, hasil analisa selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut tampak bahwa air dari kedua sumur bor memiliki kualitas yang baik. Semua parameter kualitas air yang berhubungan langsung maupun tidak langsung terhadap kesehatan menunjukkan nilai di bawah ambang batas yang disyaratkan oleh Departemen Kesehatan RI. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa air dari Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3 layak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan layak ditingkatkan fungsinya menjadi air bersih siap minum melalui tahap pengolahan yang relevan.

**Tabel 4.** Parameter kualitas air

No	Parameter	Satuan	Ambang Batas	Hasil Pemeriksaan	
				SB-GKB 3	SB-RS UMM
<b>I</b>	<b>Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan</b>				
<b>a</b>	<b>Kimia an-organik</b>				
1.	Arsen	mg/L	0.01		
2.	Flourida	mg/L	1.5	0.428	0.417
3.	Total Kromium	mg/L	0.05		
4.	Cadmium	mg/L	0.003		
5.	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> )	mg/L	3	0.169	<0.001
6.	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> )	mg/L	50	14.8	1.157
7.	Sianida	mg/L	0.07		
8.	Selenium	mg/L	0.01		
<b>II</b>	<b>Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan</b>				
<b>a</b>	<b>Parameter Fisik</b>				
1.	Bau		Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau
2.	Warna	TCU	15	Tidak berwarna	Tidak berwarna

3. Total zat Padat terlarut (TDS)	mg/L	500	357	412.7
4. Kekeruhan	NTU	5	2.12	2.31
5. Rasa		Tidak berasa	-	-
6. Suhu	oC	Suhu udara $\pm 3$	26.2	24.8
<b>b Parameter kimiawi</b>				
1. Alumunium	mg/L	0.2	<0.020	<0.020
2. Besi	mg/L	0.3	0.042	0.014
3. Kesadahan	mg/L	500	194.5	168.0
4. Khlorida	mg/L	250	56	58.0
5. Mangan	mg/L	0.4	0.023	0.018
6. pH		6.5-8.5	7.26	7.20
7. Seng	mg/L	3	-	-
8. Sulfat	mg/L	250	-	-
9. Tembaga	mg/L	2	<0.020	<0.020
10. Amonia	mg/L	1.5	<0.013	<0.011
<b>c Parameter tambahan</b>				
1. Zat organik	mg/L	10	-	-
2. Daya hantar listrik	um bos/cm	-	630	644
3. Acid capacity	mg/L	150	-	-

Sumber : hasil analisa laboratorium, 2019.

#### 4. KESIMPULAN

1. Kampus III UMM memiliki potensi sumber air bersih cukup besar. Hasil uji pompa pada Sumur Bor RS-UMM menunjukkan karakteristik akuifer sangat bagus dengan Nilai Transmisivitas (T) rerata sebesar 4.762 m<sup>2</sup>/jam dan Koefisien Permeabilitas (k) rerata sebesar 3.811 m/hari. RS-UMM diproyeksikan menjadi Rumah Sakit Kelas B Pendidikan dengan kapasitas pelayanan 300 bed. Dengan asumsi unit kebutuhan air bersih untuk kegiatan medis sebesar 600 liter/bed/hari dan 300 liter/bed/hari untuk kegiatan non medis, maka kebutuhan air bersih dapat mencapai 3.13 liter/detik. Dengan cara membandingkan nilai tersebut dengan debit optimum sebesar 8.6 liter/detik maka dapat disimpulkan bahwa sumur bor RS-UMM masih memiliki sisa potensi yang cukup besar untuk dieksplorasi lebih besar.
2. Berdasarkan hasil pengamatan waktu pengisian tandon Sumur Bor GKB-3 mampu memenuhi kebutuhan air secara konsisten, dengan debit rerata sebesar 3.22 l/detik dan standar deviasi sebesar 0.12 l/detik. Dan bila mengacu pada data teknis sumur saat pembangunan (Tahun 2003) dengan debit produksi sebesar 5.00 l/detik, maka dapat disimpulkan bahwa sisa potensi air yang dapat ditingkatkan manfaatnya adalah 1.78 l/detik.
3. Hasil pengujian kualitas air pada Sumur Bor RS-UMM dan Sumur Bor GKB-3 menunjukkan hasil yang sangat baik. Parameter kualitas air yang diuji menunjukkan hasil di bawah ambang batas yang disyaratkan oleh Departemen Kesehatan RI dalam PERMEKES No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa air dari Sumur Bor GKB-3 dan RS-UMM layak dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan air bersih dan layak ditingkatkan fungsinya menjadi air bersih siap minum melalui tahap pengolahan yang relevan.

#### Daftar Notasi

- T (*Transmitivity*) : K.b  
 r : Jari-jari pengaruh  
 t : waktu dari mulai pemompaan  
 S : Koefisien daya simpan air (*Storage Coefficient*)  
 h : Tinggi tekan.

$S(t)$	: Tampungandan pada periode $t$ .
$S(t-1)$	: Tampungandan pada periode $t-1$ .
$S_{maksimum}$	: Tampungandan tendon maksimum.
$Q_{release}$	: Debit pengambilan.
$dS$	: Perubahan volume tampungandan tendon.
$t$	: Periode pengamatan.

### Referensi

- [1] Todd, Devid Keith. *Groundwater Hydrology*, second edition, John Wiley & Sons, New York Chichester Brisbane Toronto. 1980