

## UJI PEMOMPAAN AIR TANAH METODE *STEP DRAW DOWN* UNTUK MENGETAHUI DEBIT OPTIMUM KEMAMPUAN SUMUR BOR

Jarwanto<sup>1\*</sup>, Rudy Hendrawan Noor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Pertambangan – Akademi Teknik Pembangunan Nasional Banjarbaru – Kalimantan Selatan

<sup>1\*</sup>jarwanto\_bjb@yahoo.com

### ABSTRAK

Uji pemompaan dalam kaitannya dengan kemampuan sumur terhadap akuifer dalam penyediaan air dalam tubuh formasi batuan. Pengukuran ini didapat dari respon terhadap kenaikan maupun penurunan air saat dilakukan pemompaan dengan melalui 3 tahap (*step*) perlakuan dengan posisi Q1, Q2 dan Q3. Posisi Q3 maksimum pompa yang digunakan, Q2 didapat dari setengah dari nilai Q3, Q1 setengah dari Q2 (paling kecil). Pemompaan selama 960 menit tanpa henti dari 3 step akan menurunkan muka air tanah dengan panjang 47,75 meter. *Recovery* kembali ke muka air tanah semula selama 390 menit. Dengan pendekatan tabel didapatkan nilai optimum dalam pemompaan sebesar 1,7 liter/detik dengan posisi muka air tanah stabil dan seimbang yang dihitung dari ketersediaan air dalam formasi batuan/tanah dengan pemompaan yang dilakukan terus menerus tanpa henti. Sumur bor dapat difungsikan untuk kegiatan usaha maupun rumah tangga bahkan untuk pengairan persawahan/pertanian lainnya.

Kata Kunci : Pemompaan, Air tanah, Debit optimum, sumur bor

### PENDAJULUAN

Prinsip uji pemompaan melibatkan aplikasi tekanan buatan pada akifer dengan mengekstraksi air tanah dari sumur pompa dan mengukur respon dari tekanan buatan dengan memperhatikan tingkat penurunan muka air dalam fungsi waktu dan kedalaman. Pengukuran di korelasikan dengan persamaan aliran sumur dan menghitung parameter hidrolis dari akifer. Pada prinsipnya uji dilakukan untuk mengetahui :

- Jumlah air tanah yang dapat diekstraksi dari sumur berdasar parameter waktu.
- Perbedaan ketinggian kolom atau kedalaman air.
- Mengetahui ketinggian yang ideal dari pompa pada sumur.
- Memberikan informasi kuantitas air yang berhubungan dengan dengan waktu.

Data pendukung yang diperlukan :

- Debit dari pompa
- Kedalaman sumur
- Ketinggian muka air awal mula
- Diameter sumur (inch)
- Ketinggian dinding sumur di atas permukaan tanah

- Waktu Uji Pemompaan
- Waktu kembali (*Recovery*)

Peralatan sederhana uji pemompaan yang disiapkan antara lain :

- pompa air dengan spesifikasi output aktual (dengan cara menadah air yang keluar dari pompa dengan menghitung waktu (detik), hasilnya berupa liter / detik)
- penyiapan berupa alat sederhana yang meluluskan air untuk keluar dan sebagian mengembalikan air ke sumur.



- alat *piezometer* untuk mengukur ketinggian muka air tanah.



### Mengetahui Debit Aktual Pompa

Pompa dapat diketahui debitnya dengan cara menyiapkan wadah tumpahan air yang dipompa. Dimulai dari 0 detik saat wadah kosong dan diakhiri waktunya saat wadah telah penuh. Contoh : Pada 0 detik air yang keluar dari pompa dimasukkan ke wadah, misalnya ember dengan kapasitas 40 liter. Biarkan ember terisi air hingga penuh. Misal waktu dari 0 detik awalnya dan berakhir setelah penuh pada detik ke 20. Dengan demikian dapat diketahui, kapasitas pompa aktual sebesar 40 liter bagi 20 detik sehingga didapatkan debit :  $40 \text{ lt}/20 \text{ detik} = 2 \text{ liter/detik}$ .

### Persiapan *Pumping Test*

Pipa dengan diameter sebesar 2" dipersiapkan untuk metode *pumping test* ini.



Alat dibuat menjadi cabang 2 senagai output, keduanya diberi tuas untuk mengatur keluarnya air dari lubang input yang ada drat-nya.

Pada alat yang sudah disiapkan, selanjutnya menentukan koefisien Q3 (debit terbesar), Q2 (debit menengah) dan Q1 (debit terkecil). Nilai Q3 merupakan nilai terbesar dari debit yang akan diukur. Caranya dengan memberikan output dari tuas alat pada posisi tertinggi, sedangkan pada tuas alat satunya dibuka pada posisi terkecil. Hal ini mengindikasikan bahwa tuas pada output lebih besar dari tuas yang alirannya dikembalikan lagi ke sumur. Sehingga nilai Q3 sebagai debit maksimum dapat menggunakan angka debit yang telah diketahui, misalnya debit 2 lt/det seperti contoh diatas.

Pada Q2 , tuas output disetel menengah dan yang dikembalikan ke sumur juga disetel menengah, sehingga antara yang keluar dan yang dimasukkan ke sumur lagi menjadi seimbang. Q2 ditentukan sebagai setengah dari Q3, sehingga didapatkan  $\frac{1}{2} \times Q3 = \frac{1}{2} \times 2 = 1 \text{ lt/det}$ .

Berbeda dengan Q3 dan Q2, Qi didapat dengan memperkecil tuas output tapi memperbesai tuas yang kembali ke sumur. Sehingga air yang keluar lebih sedikit dan yang kembali ke sumur lebih banyak. Q1 sebagai yang terkecil adalah setengah dari Q2, sehingga didapatkan :  $\frac{1}{2} \times Q2 = \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{2} \text{ lt/det}$ . Masing-masing Q1, Q2 dan Q3 pada masing-masing tuas diberi tanda pada alat.

### Kerja *Pumping Test*

Dimulai pada metode *Step draw down test*, tuas pada posisi Q1. Output kecil, tetapi air yang kembali ke sumur lebih besar. Pencatatan sesuai tabel yang dicatat mulai detik awal hingga selesai untuk Q1. Pada 10 menit awal, pencatatan posisi permukaan air dimulai dari menit pertama hingga menit ke sepuluh dengan interval tiap 1 menit. Selanjutnya tiap 2 menit dimulai dari menit ke 12, 14 hingga menit ke 20. Selanjutnya tiap lima menit dimulai dari menit ke 25, 30 hingga menit ke 60.

Pencatatan selanjutnya dari menit ke 60 tiap 10 menit hingga menit ke 120. Sisanya tiap 60 menit hingga akhir menit ke 360. Bila pada menit-menit tertentu posisi permukaan air tanah stabil selama 4 kali berturut-turut (contoh menit ke 40, 50 55 dan 60 pada posisi permukaan air tanah sama), maka Q1 dapat diakhiri dan

selanjutnya beralih ke Q2 tanpa mematikan pompa hanya mengubah posisi tuas pada posisi Q2 (out put menengah dan air yang kembali ke sumur juga posisi menengah) Step kerja pada posisi Q2 metodenya hampir sama dengan saat posisi di Q1. Pada metode *Step draw down test* tuas pada posisi Q2 dengan output menengah, dan air yang kembali ke sumur juga posisi menengah. Pencatatan sesuai tabel yang dicatat mulai detik awal hingga selesai untuk Q2. Pada 10 menit awal, pencatatan posisi permukaan air dimulai dari menit pertama hingga menit ke sepuluh dengan interval tiap 1 menit. Selanjutnya tiap 2 menit dimulai dari menit ke 12, 14 hingga menit ke 20. Selanjutnya tiap lima menit dimulai dari menit ke 25, 30 hingga menit ke 60.

Pencatatan selanjutnya dari menit ke 60 tiap 10 menit hingga menit ke 120. Sisanya tiap 60 menit hingga akhir menit ke 360. Bila pada menit-menit tertentu posisi permukaan air tanah stabil selama 4 kali berturut-turut (contoh menit ke 40, 50 55 dan 60 pada posisi permukaan air tanah sama), maka Q2 dapat diakhiri dan selanjutnya beralih ke Q3 tanpa mematikan pompa hanya mengubah posisi tuas pada posisi Q3 (out put terbesar dan air yang kembali ke sumur juga posisi terkecil). Untuk posisi Q3 dengan output terbesar dan air yang kembali pada posisi terkecil, pencatatan dilakukan sama dengan saat Q1 dan Q2. Step kerja pada posisi Q3 metodenya hampir sama dengan saat posisi di Q2. Pada metode *Step draw down test* tuas pada posisi Q3 dengan output terbesar, dan air yang kembali ke sumur posisi terkecil. Pencatatan sesuai tabel yang dicatat mulai detik awal hingga selesai untuk Q3.

Pada 10 menit awal, pencatatan posisi permukaan air dimulai dari menit pertama hingga menit ke sepuluh dengan interval tiap 1 menit. Selanjutnya tiap 2 menit dimulai dari menit ke 12, 14 hingga menit ke 20. Selanjutnya tiap lima menit dimulai dari menit ke 25, 30 hingga menit ke 60. Pencatatan selanjutnya dari menit ke 60 tiap 10 menit hingga menit ke 120. Sisanya tiap 60 menit hingga akhir menit ke 360.

Bila pada menit-menit tertentu posisi permukaan air tanah stabil selama 4 kali berturut-turut (contoh menit ke 40, 50 55 dan 60 pada posisi permukaan air tanah sama), maka Q3 dapat diakhiri. Bila hingga akhir Q3 juga belum stabil, maka angka atau waktu seperti di tabel dapat ditambah dengan menambahkan interval tiap 1 jam.

Bila telah stabil (4 kali berturut-turut data permukaan air tanah sama), maka pompa dimatikan dan dilanjutkan dengan *recovery test*. Pada *recovery test* ini, posisi pompa mati, artinya air tanah kembali mengisi sumur yang sebelumnya disedot saat test pada Q1, Q2 dan Q3. Pencatatan dimulai dari menit pertama hingga menit ke 10 untuk interval 1 menit. Selanjutnya pencatatan tiap interval 5 menit setelah menit ke – 10. Pada menit ke 30 pencatatan posisi permukaan air tanah di catat pada interval 15 menit dari menit ke 45, 60, 75 hingga 90. Dari interval menit ke 30 dicatat mulai menit 120, 150 hingga 240. Interval diubah dari interval 30 menit, interval 40 menit. Pada interval 50 menit dimulai pada posisi menit ke 390 hingga menit ke 840.

Bila diperlukan dan bila permukaan air tanah belum kembali ke posisi semula saat dimulainya Q1, maka pencatatan dapat dilanjut tiap interval 50 menit setelah menit ke 840. Bila telah kembali ke posisi semula saat Q1, maka pada *step draw down test* ini telah berakhir dan dimulai lagi untuk metode *continuous rate test*.

Pada prinsipnya, metode ini memompa air tanah menerus tanpa perubahan posisi seperti pada metode sebelumnya. Posisi tuas pada Q3 (output terbesar dan air yang kembali ke sumur pada posisi terkecil). Seperti sebelumnya, Pencatatan tiap interval 1 menit dimulai pada menit pertama hingga menit ke 10. Selanjutnya tiap 5 menit dimulai pada menit ke 15 hingga menit ke 30, interval 10 menit dimulai pada menit ke 30 hingga menit ke 100. Selanjutnya interval 20 menit dimulai dari menit ke 120 hingga menit ke 200. Pada menit selanjutnya interval berubah menjadi 50 menit hingga menit ke 500. Selanjutnya interval 80 menit pada menit 580 dan 660, terakhir pada menit ke 750 dan 840. Bila masih belum stabil dapat

dilanjutkan dengan interval 90 menit setelah menit 840.

Bila dinyatakan sudah stabil maka pompa dimatikan dan dilanjut pencatatan muka air tanah pada posisi *recovery* sehingga didapatkan data dengan pencatatan tiap 1 menit mulai menit pertama hingga menit ke 10. Selanjutnya interval 5 menit hingga menit ke 30. Interval diubah lagi ke interval 15 menit mulai dari menit ke 30 hingga menit ke 90. Interval 30 menit dimulai dari menit selanjutnya hingga menit ke 330. Selanjutnya pencatatan posisi permukaan air tanah pada menit ke 360, 380, 480, 600, 720 dan 840.

### DATA LAPANGAN

Muka air tnaah statis berada pada posisi 12,86 meter bawah permukaan tanah yang diukur dari kepala sumur dengan diameter sebesar 6". Pipa hanatar sebesar 2" dengan pompa yang digunakan merk Grundfos *type* submersible dengan kekukatan 2 HP. Letak pompa berada pada 80 meter bawah permukaan tanah, sedangkan kedalaman sumur itu sendiri berada pada kedalaman 100 meter bawah permukaan tanah. Debit *Flowing* dari sumur yang diuji adalah 3,1 liter/detik,

Tabel Q1 = 0,75 liter/detik

Q1= 0.75 (lt/dt)		Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)	12	16.01
0	12.86	14	16.28
1	13.17	16	16.49
2	13.53	18	16.71
3	13.98	20	16.92
4	14.15	25	17.13
5	14.34	30	17.34
6	14.53	35	17.54
7	14.73	40	17.74
8	15.00	45	17.94
9	15.39		
10	15.69		

Pada posisi Q1=0,75 liter/detik air yang keluar dari pompa didapatkan penurunan 0,31 cm yang didapat dari poisisi muka air tanah semula 12,86 mmbt saat 1 menit dipompa , posisi muka air tanah menjadi 13,17 mmbt. Demikian juga untuk data selanjutnya sepereti berikut:

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
50	18.14
55	18.32
60	18.48
70	18.62
80	18.74
90	18.84
100	18.92
110	18.98
120	19.02
180	19.04
240	19.04
300	19.04
360	19.04

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
372	26.95
374	27.49
376	28.01
378	28.54
380	29.06
385	29.63
390	30.19
395	30.72
400	31.26
405	31.79

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
720	39.38
721	41.85
722	43.39
723	44.86
724	45.77
725	46.40
726	47.50
727	48.84
728	49.19
729	50.43
730	51.65

Q2= 1.5 (lt/dt)	
Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
360	19.04
361	21.04
362	21.84
363	22.55
364	23.17
365	23.75
366	24.32
367	24.88
368	25.47
369	25.92
370	26.42

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
410	32.33
415	32.85
420	33.36
430	33.94
440	34.54
450	35.07
460	35.65
470	36.21
480	36.77
540	37.49
600	38.17
660	38.77
720	39.38

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
732	52.75
734	53.89
736	54.93
738	55.65
740	56.15
745	56.55
750	57.06
755	57.88
760	58.10
765	58.17

Waktu (menit)	Penurunan Muka Air (m)
770	59.34
775	59.54
780	59.75
790	59.98
800	60.22
810	60.37
820	60.46
830	60.52
840	60.56
900	60.59
960	60.61
1020	60.61
1080	60.61

Pada posisi menit ke 960, posisi muka air tanah pada 60,61 mmbt, stabil hingga menit ke 1080. Setelah mesin pompa dimatikan akan *recovery* seperti tabel :

RECOVERY TEST	
Waktu (menit)	Tinggi Muka Air (m)
180	13.25
210	13.17
240	13.06
270	13.00
300	12.95
340	12.91
390	12.86

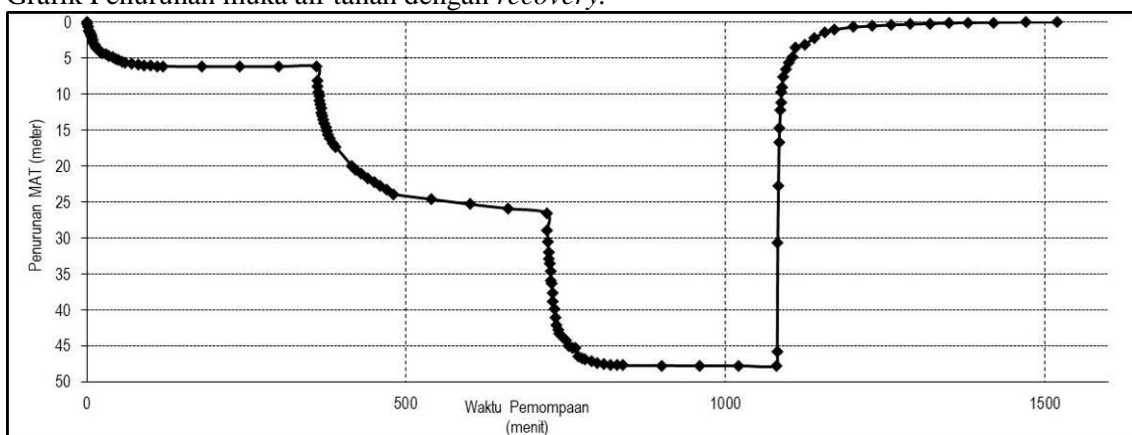
Pada menit ke 390 saat dimulainya *recovery*, muka air tanah sudah stabil pada 12,86 mmbt.

Bila dimasukkan dalam tabel dengan selisih dari penurunan yang dijadikan acuan pada angka muka statis 12,86 mmbt maka didapatkan tampilan grafik sebagai berikut :

RECOVERY TEST	
Waktu (menit)	Tinggi Muka Air (m)
0	69.82
1	58.70
2	43.50
3	35.68
4	29.50
5	27.56
6	25.12
7	23.98
8	22.54
9	21.87
10	20.53

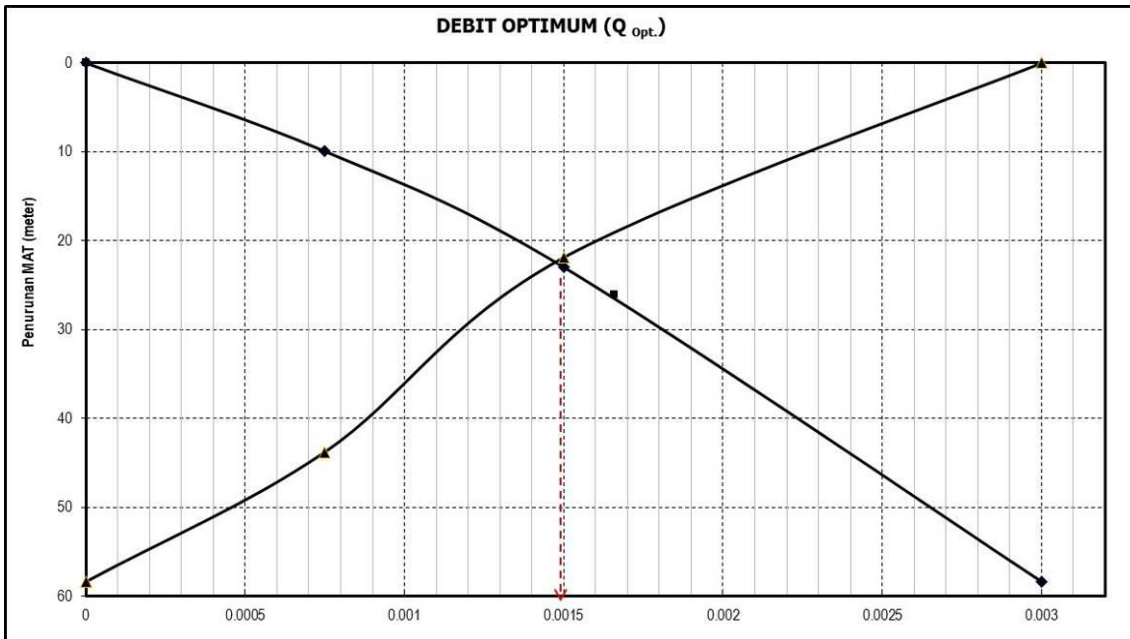
RECOVERY TEST	
Waktu (menit)	Tinggi Muka Air (m)
15	19.42
20	18.54
25	17.69
30	16.35
45	15.97
60	15.03
75	14.35
90	13.93
120	13.56
150	13.41

Grafik Penurunan muka air tanah dengan *recovery*.



Dengan demikian, bila dimasukkan dalam tabel debit air yang dipompa didapatkan angka 1,7 liter/detik (atau 0,0017 m<sup>3</sup>/detik)

Q maks., Q opt., SW opt.							
Debit Q m <sup>3</sup> /dt	Aquifer Loss BQ	Well Loss CQ <sup>2</sup>	Penurunan Total, (Sw <sub>t</sub> )	f (Q <sub>max</sub> ) Linier	Q <sub>opt</sub> m <sup>3</sup> /dt	Sw <sub>opt</sub> (meter)	Efisiensi (%)
0	0	0	0	58.38			
0.00075	8.39	1.5505	9.94	43.78			
0.00150	16.78	6.2021	22.99	21.89			
0.00300	33.57	24.8086	58.38	0.00			
<b>Q max</b>			<b>Sw max</b>		<b>0.0017</b>	<b>26.12</b>	<b>71.00</b>



Dengan menggabungkan nilai penurunan muka air tanah dengan debit minimum maupun maksimum didapatkan angka optimum sebesar 0,0017 m<sup>3</sup>/detik. Debit ini diperuntukkan bagi sumur dengan kapasitas yang dapat menyediakan air dari akuifer dalam formasi batuan. Bila debit optimum telah diketahui maka bila air dipompa melebihi dari kapasitas optimum maka kemampuan air tanah yang dipompa akan mengalami *stag* karena pompa yang digunakan melebihi kapasitas air yang tersedia dalam tanah.

Penggunaan sistem ini diperuntukkan bagi kegiatan usaha maupun rumah tangga bahkan untuk pengairan persawahan/pertanian lainnya sehingga air cukup tersedia didalam formasi batuan.

### KESIMPULAN

Letak muka air tanah semula sebesar 12,86 mmbt (meter muka bawah tanah) dilakukan pemompaan dengan 3 *step* yang dipompa dengan daya Q1 0,75 lt/detik, Q2 1,5

lt/detik dan Q3 3 lt/detik menjadi permukaan air tanah yang sudah stabil pada posisi 60,61 mmbt selama 960 menit tanpa henti. Terdapat selisih 47,75 meter dengan *recovery* selama 390 menit. Pemompaan saat maksimum 3 liter/detik menghasilkan 1,7 liter/detik optimum dalam pemompaan yang dapat difungsikan dalam kegiatan usaha maupun rumah tangga bahkan untuk pengairan persawahan/pertanian lainnya sehingga air cukup tersedia didalam formasi batuan seimbang dengan jumlah pemakaian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Freeze R.A. & Cherry, 1979, *Groundwater*, Prentice Hall, Inc. United State of America.
- Todd, DK., 1984, *Groudwater Hydrology*, 2nd ed, John Willey & Sons, New York USA.