ANALISIS KARAKTERISTIK HIDRAULIS AIR TANAH GAMBUT BERDASARKAN UJI PEMOMPAAN (*PUMPING TEST*)

Vito Charly[1)], Bambang Sujatmoko[2)], Ari Sandhyavitri[2)]
[1)]Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[2)]Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
Email : vito.charly@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Pumping test was conducted to determine the characteristics of an aquifer transmissivity and storativity values. Pumping test can measure the amount of water from an aquifer so that the potential of groundwater can be determined from any research areas. Pumping test carried out in two stages, first is the production well pumping test to observe the drawdown caused by the pumping process and second is recovery test were performed to observe the recharge process of pumped production wells. This research located in Rantau Baru village's groundwater wells. Analytical method used is Cooper Jacob method (straight-line method) so that the obtained transmissivity (T) value is 1822,639 m^2/day and storativity (S) value is $9{,}978\times10^{-5}$. Based on these acquired two parameters, the availability potential of groundwater at this research location is 467,8 m^3/day. By identification of groundwater discharge, the utilization of groundwater at the research location can be controlled in order to avoid any ground water depletion.

Keyword : Pumping test, drawdown, aquifer, Cooper Jacob

A. PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan sejenis tanah yang terbentuk dari akumulasi sisa – sisa tumbuhan yang telah mati (serasah) yang mengalami pembusukan secara alami sehingga lahan tersebut kaya akan bahan organik dan memiliki kandungan air yang sangat tinggi. Peran lahan gambut sangatlah penting dalam mengatur aliran dan menyimpan air. Eksploitasi yang berlebihan dan tidak berwawasan lingkungan terhadap lahan gambut dapat menyebabkan lahan gambut menjadi kering. Hal inilah yang menyebabkan penurunan permukaan lahan (*subsidence*) serta mengalami proses kering tidak balik (*irreversible drying*) sehingga menyebabkan lahan gambut menjadi kering dan pada saat musim kemarau lahan gambut tersebut berpotensi terbakar. Pemadaman lahan gambut yang terbakar dapat dilakukan dengan memanfaatkan air tanah yang berada pada lahan gambut sebagai sumber air utama pada proses pemadaman lahan gambut yang terbakar. Untuk memanfaatkan air tanah sebagai

sumber air utama pada proses pemadaman lahan gambut diperlukan melakukan kajian mengenai potensi ketersediaan air tanah yang ada dilokasi penelitian. Adapun metode penelitian yang akan digunakan yaitu melalui uji pemompaan (*pumping test*). Data uji pemompaan ini berguna untuk mengetahui kualitas akuifer baik berupa nilai transmisivitas (T) dan koefisien kapasitas penyimpanan air tanah/ storativitas (S), sehingga dari kedua parameter ini dapat diketahui potensi ketersediaan air tanah yang terdapat di lokasi penelitian. Oleh karena itu dapat diketahui debit yang tersedia dari air tanah tersebut sehingga pemanfaatannya dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air utama pada proses pemadaman lahan gambut yang terbakar.

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Deskripsi Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang–ruang antar butir-butir tanah dan dalam retak-retak batuan yang juga disebut sebagai air celah atau *fissure water* (Mori dkk, 1999 *di dalam* (Susiloputri & Farida, 2011). Keberadaan air tanah sangat tergantung dari besarnya curah hujan dan besarnya air yang meresap ke dalam tanah. Faktor lain yang mempengaruhi adalah kondisi litologi (batuan) dan geologi setempat. Keberadaan air tanah juga dipengaruhi oleh perubahan laha-lahan terbuka menjadi pemukiman dan industri, serta penebangan hutan tanpa kontrol. Hal tersebut akan mempengaruhi infiltrasi bila terjadi pada daerah resapan (*recharge area*).

Air tanah terdapat pada akuifer tanah, secara alami pengeluaran air tanah terjadi melalui evaporasi dan ranspirasi, namun pengeluarannya dapat ditingkatkan melalui pemompaan dan drainase. Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap gerakan air bawah permukaan tanah antara lain : (Usman dkk, 2006 *di dalam* (Susiloputri & Farida, 2011).

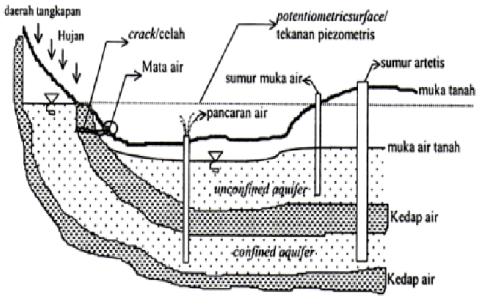
1. Perbedaan kondisi energi didalam air tanah itu sendiri
2. Kelulusan lapisan pembawa air
3. Keterusan (*Transmisibility*)
4. Kekentalan air tanah (*viscosity*)

B.2 Lapisan Akuifer

Sebagai lapisan kulit bumi, maka akuifer membentang sangat luas menjadi semacam reservoir bawah tanah. Pengisian akuifer ini dilakukan oleh resapan air hujan kedalam tanah. Sesuai dengan sifat dan lokasinya dalam siklus hidrologi, maka lapisan akuifer mempunyai fungsi ganda sebagai media penampung *(storage fungtion*) dan media aliran (*conduit fungtion*).

a. Akuifer Tertekan (*confined aquifer*)

   Merupakan lapisan rembesan air yang mengandung kandungan air tanah yang bertekanan lebih besar dari tekanan udara bebas/ tekanan atmosfir, karena bagian bawah dan atas dari akuifer ini tersusun dari lapisan kedap air (biasanya tanah liat).



Gambar 1. *Confined aquifer dan Unconfined aquifer*
(Todd, 1959 dalam (Susiloputri & Farida, 2011)

b. Akuifer Bebas/ Tak Tertekan (*unconfined aquifer*)

Merupakan lapisan rembesan air yang mempunyai lapisan dasar kedap air, tetapi bagian atas muka air tanah lapisan ini tidak kedap air, sehingga kandungan air tanah yang bertekanan sama dengan tekanan udara bebas/ tekanan atmosfir.

B.3 Uji Pemompaan (*Pumping Test*)

Uji pemompaan (*pumping test*) disebut juga dengan uji akuifer. Maksud uji akuifer ini adalah untuk mengetahui ketetapan akuifer seperti transmisivitas (*transmisivity*) dan koefisien penampungan (*storage coefficient*). Jadi uji akuifer ini sangat penting untuk perencanaan sumur dan pengontrolannya. Untuk menghitung parameter-parameter seperti transmisivitas dan storativitas dapat menggunakan metode Cooper Jacob atau disebut juga metode garis lurus yang dipengaruhi oleh konsep waktu yang dilakukan secara grafis.

Tahapan-tahapan pengujian akuifer atau sering disebut dengan tahap *pumping,* yaitu :

1. Pemompaan Menerus

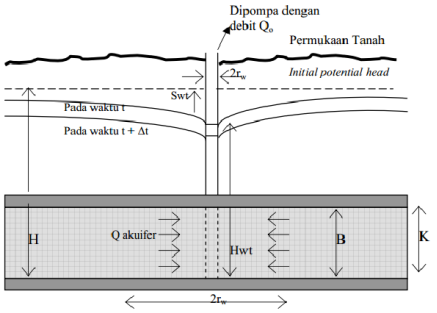
Uji pemompaan menerus dilakukan secara terus-menerus dengan debit tetap selama 45 menit, pengujian ini dilakukan untuk pengamatan penurunan muka air tanah dan apabila didapatkan penurunan muka air yang drastis serta mempengaruhi sumur – sumur lain yang ada maka dilakukan uji pemompaan dengan penurunan debit (Dinas Pengelolaan dan Pendayagunaan Air Tanah, 2008 di dalam (Susiloputri & Farida, 2011).

2. Uji Kambuh (*Recovery Test*)

Uji kambuh dilakukan setelah uji menerus selesai dilakukan, pada tahap uji kambuh pompa dimatikan dan diamati kenaikan air tanah (*recharge*) setelah pemompaan diberhentikan. Pada tahapan ini dapat dilihat apakah terjadi pengisian air tanah kembali atau tidak (Dinas Pengelolaan dan Pendayagunaan Air Tanah, 2008 di dalam (Susiloputri & Farida, 2011).

B.4 Karakteristik Sumur

Untuk mengetahui besarnya debit pompa yang dihasilkan oleh suatu sumur dilakukan dengan cara uji pemompaan/ uji akuifer. Pemompaan dilakukan dengan memompa air tanah dari sumur uji dengan debit konstan. Pada pengujian ini dapat diketahui parameter akuifer, berupa koefisien transmisivitas (T) dan koefisien penampungan (*storage coefficient*) (S).



Gambar 2. Sumur yang memompa dari akuifer tertekan
(Susiloputri & Farida, 2011)

Menurut Jacob (Susiloputri & Farida, 2011), jika hubungan antara jangka waktu (t) sejak pemompaan dimulai dan penurunan permukaan air (s) dalam sumur uji/ pengamatan kira-kira merupakan garis lurus, maka berlaku :

$$T=\frac{2{,}3\times Q}{4\times \pi\times \Delta s}$$

$$S=\frac{2{,}25\times T\times t_0}{r^2}$$

Dimana :

T = Koefisien Transmisivitas (m^2/hari)

S = Koefisien Penampungan

Q = Besarnya debit pemompaan (m^3/hari)

Δs = Selisih s dalam satu siklus logaritmis dalam t

t_o = Waktu untuk s = 0 (hari)

r = Jarak antara sumur pemompaan dan sumur uji/ pengamatan (m)

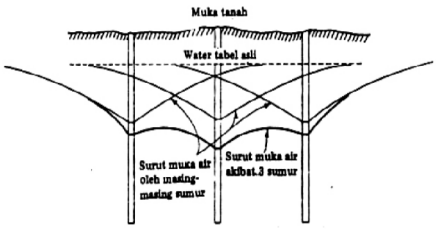
Apabila perhitungan berdasarkan dengan pemulihan permukaan air, jika besar pemompaan yang tetap Q, waktu sejak dimulainya pemompaan t, waktu setelah pemompaan dihentikan t', selisih antara permukaan asli air dan pemulihan permukaan air s dan jika hubungan antara s dan log (t/t') dibuat mendekati garis lurus yang melalui titik asal, maka dapat ditetapkan rumus sebagai berikut :

$$T=\frac{0{,}183\ Q}{s}\ \log\frac{t}{t'}$$

Dalam siklus logaritmis, log (t/t') = 1 dan selisih permukaan air Δs, maka :

$$T=\frac{0{,}183\ Q}{\Delta s}$$

Air dapat dipompa berturut-turut dari sumur artinya kondisi besarnya pemompaan yang tetap dapat diperoleh pada permukaan air yang tetap. Jadi air yang keluar dari sumur pertama-tama diperkirakan terjadi pada penurunan permukaan air dan umumnya air yang keluar sama dengan besarnya pemompaan. Penurunan muka air tanah pada sumur tunggal berbeda dengan penurunan muka air pada sumur yang banyak. Pada sumur yang banyak penurunan tersebut akan saling mempengaruhi, hal ini tergantung dari jarak antar sumur.



Gambar 3. Pengaruh Interfensi Antara Sumur-Sumur
(Linsley dkk, 1986 dalam (Susiloputri & Farida, 2011)

B.5 Metode Cooper Jacob

Metode ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui nilai transmisivitas dan koefisien storativitas suatu sumur air tanah pada aliran tak *steady* (*unsteady- state flow*). Metode Cooper Jacob biasa disebut juga dengan metode garis lurus. Metode ini dapat digunakan dengan asumsi, yaitu akuifer yang diuji merupakan akuifer tertekan, akuifer homogen dan isotropik, akuifer yang dipompa dengan debit konstan, aliran pada sumur berupa aliran tak *steady*, nilai u kecil (u < 0,01) dimana u = $r^2S/4Tt$ (Kreseman and De Ridder, 1991 di dalam (Sjarif, 2003).

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1983) didalam (Sjarif, 2003) bahwa rumus Cooper Jacob dapat diterapkan jika antara jangka waktu t sejak pemompaan dimulai dan penurunan muka air dalam sumur pengamatan lebih kurang merupakan garis lurus. Metode ini didasarkan pada hubungan antara penurunan muka air tanah terhadap waktu yang cenderung linier. Dari hubungan ini diperoleh perubahan penurunan muka air tanah yang terjadi sehingga nilai transmisivitas dan storativitas dapat dihitung.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Lokasi

Lokasi penelitian karakteristik hidraulis air tanah pada lahan gambut ini terletak di Desa Rantau Baru Kecamatan Pangkalan Kerinci, Kabupaten Pelalawan, Provinsi Riau. Adapun lokasi penelitian dapat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

Gambar 4. Desa Rantau Baru
Sumber : Google Maps, 2016

C.2 Alat dan Bahan

1) Sumur Pantau
   Sumur pantau adalah sumur yang diukur fluktuasi muka air tanahnya ketika sumur produksi dipompa. Pada penelitian ini jarak sumur pantau ke sumur produksi sebesar 10 m, 20 m, dan 30 m.
2) Sumur Produksi
   Sumur produksi adalah sumur yang akan dipompa, dimana sebelum pemompaan dilakukan pengukuran tinggi muka air tanahnya. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui apakah pemompaan pada sumur produksi berpengaruh terhadap tinggi muka air tanah pada sumur disekitarnya.
3) Pompa
   Pompa yang digunakan pada saat proses pemompaan (*pumping test*) di sumur produksi yaitu pompa Honda WB 30 XN dengan kapasitas pompa yang digunakan yaitu sebesar 1100 liter/menit.
4) *Water Level Meter*
   Water Level Meter digunakan untuk mengukur elevasi muka air tanah pada sumur pantau dan sumur produksi, baik pada saat

pemompaan berlangsung dan sebelum pemompaan dilakukan.

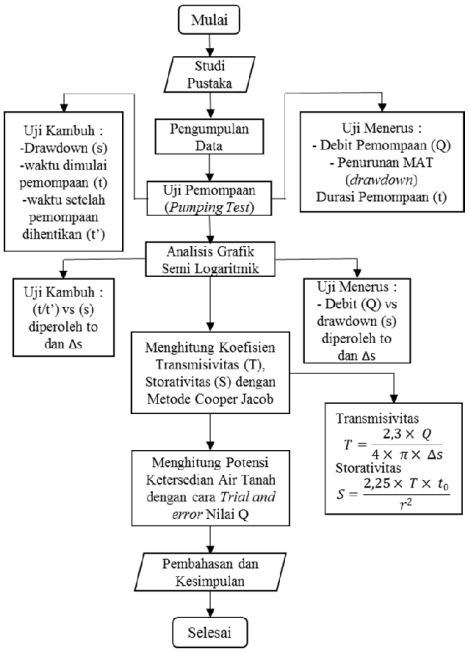
5) Pita Ukur (meteran)
   Pita ukur digunakan untuk mengukur kedalaman muka air atau sumur secara manual. Pita ukur juga digunakan untuk mengukur jarak antar sumur produksi dengan sumur pengamatan.
6) *Stopwatch*
   Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu dari penurunan muka air tanah pada saat pemompaan berlangsung ataupun pada saat pemompaan dihentikan (*recovery test*).
7) Wadah Penampungan
   Wadah penampungan digunakan untuk menghitung ataupun mengetahui debit pemompaan yang sedang berlangsung.

C.3 Teknik Pengukuran

Tahap – tahap yang dilakukan pada proses uji pemompaan (*pumping test*) adalah sebagai berikut :

a. Mentukan sumur pantau yang akan diukur tinggi muka airnya ketika sumur produksi dilakukan pemompaan.
b. Mencatat lokasi ataupun jarak dari sumur pantau ke sumur produksi.
c. Mengukur tinggi muka air tanah masing-masing sumur pantau sebelum pemompaan dilakukan.
d. Siapkan pita ukur yang telah diberi pemberat untuk mengukur tinggi muka air tanah pada sumur pantau ketika pemompaan berlangsung.
e. Melakukan pengukuran debit pemompaan setelah pompa dinyalakan.
f. Mencatat tinggi muka air tanah pada sumur pantau pada waktu yang telah ditentukan ketika dilakukan pemompaan pada sumur produksi.
g. Matikan pompa setelah waktu pemompaan yang ditentukan selesai.
h. Mencatat kembali kenaikan muka air tanah (*recharge*) pada sumur pantau ketika pompa dimatikan.
i. Menganalisis data yang telah didapatkan dari pengujian.

C.4 Diagram Alir

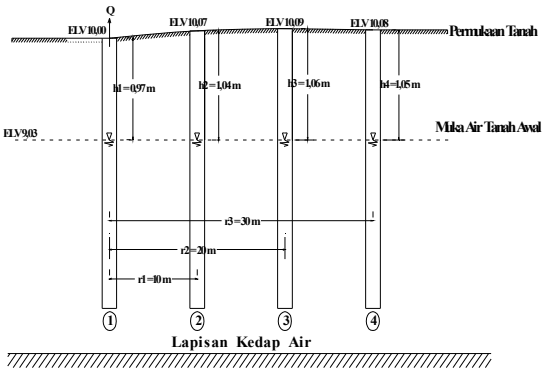


Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji pemompaan terdiri dari dua tahapan, yaitu uji pemompaan menerus (*continuous test*) dan uji kambuh (*recovery test*). Pemompaan dilakukan sebanyak dua kali pemompaan pada sumur yang berbeda. Pemompaan pertama dilakukan dengan debit sebesar 2,764 lt/dt (9,951 m^3/jam atau 238,827 m^3/hari), pemompaan kedua

dilakukan dengan debit sebesar 1,829 lt/dt (6,585 m^3/jam atau 158,036 m^3/hari) selama 45 menit, , hal ini dikarenakan pada menit ke-45 *drawdown* telah mencapai keadaan *steady* sehingga pemompaan dihentikan.



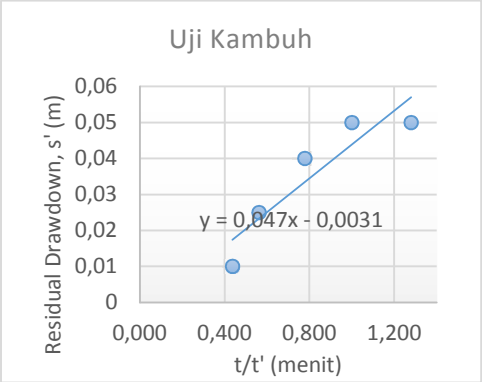
Gambar 6. Sketsa Pemompaan

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Uji Pemompaan

	Sumur Pantau	r (m)	Transmisivitas (T)) (m^2/hari)		Storativitas (S)	
			Uji Menerus	Uji Kambuh	Uji Menerus	Uji Kambuh
Tahap 1	2	10	1822,257	930,514	$9,978\times10^{-5}$	-
	3	20	2618,813		$7,589\times10^{-4}$	-
	4	30	3338,487		0,0012	-
Tahap 2	3	10	695,668		$5,55\times10^{-4}$	-
	2	20	1315,445		0,0011	-
	1	30	6029,124		0,0347	-

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh nilai Transmisivitas sebesar 1822,257 m^2/hari dan nilai Storativitas (S) sebesar $9,978\times10^{-5}$ dan pada saat uji kambuh (*recovery test*) diperoleh nilai Transmisivitas (T) sebesar 930,514 m^2/hari. Nilai Transmisivitas dari uji pemompaan dan uji kambuh ini akan digunakan untuk menentukan potensi ketersediaan air tanah di lokasi penelitian dengan cara melakukan *trial and error* nilai Q.

Potensi ketersediaan air tanah pada lokasi penelitian dapat ditentukan dengan cara melakukan *trial and error* nilai Q, agar diperoleh nilai Transmisivitas (T) pada saat pemompaan sama dengan Transmisivitas (T) pada saat uji kambuh (*recovery test*).



Gambar 7. Grafik Uji Pemompaan

Dari grafik didapat persamaan garis data :

$$s=0,047 \log t/t'+0,0031$$

Pada saat s = 0, t = to sehingga : $0=0,047 \log (t/t')_0+0,0031$

Jadi,

$$\log(t/t')_0 = \frac{-0,0031}{0,047} = -0,067$$

Sehingga $t_o=10^{-0,067}$

t_o=1,1667 menit = 0,00081 hari

Δs = 0,047 m

Q = 467,8 m^3/hari

$$T=\frac{2,3\ Q}{4\ \pi\ \Delta s}=\frac{2,3\times238,827}{4\times3,14\times0,047}$$

= 1822,257 m^2/hari

Nilai T saat uji kambuh (*recovery test*)

T kambuh = 1822,257 m^2/hari

Nilai T saat pemompaan

T pemompaan = 1822,639 m^2/hari

Berdasarkan perhitungan diatas dengan menggunakan *trial and error* nilai Q, agar nilai Transmisivitas (T) pada saat pemompaan mendekati nilai Transmisivitas (T) saat *recovery* maka diperoleh potensi ketersediaan air tanah pada lokasi penelitian tersebut sebesar 467,8 m^3/hari. Sehingga dapat diketahui bahwa debit yang tersedia pada air tanah di lokasi penelitian tersebut yang dapat dimanfaatkan sebesar 467,8 m^3/hari.

E. KESIMPULAN

1. Uji pemompaan (*pumping test*) yang dilakukan terdiri dari uji pemompaan menerus (*continuous test*) dan uji kambuh (*recovery test*) dimana akuifer pada air tanah yang diteliti diasumsikan merupakan akuifer tidak tertekan (*unconfined aquifer*).
2. Pemompaan yang dilakukan pada sumur produksi menyebabkan terjadinya penurunan muka air tanah (*drawdown*) pada sumur disekitarnya yang diamati melalui sumur pantau. Penurunan muka air tanah (*drawdown*) yang terjadi relatif kecil baik pada pemompaan pertama maupun pemompaan kedua, dimana nilai *drawdown* yang terbesar yaitu sebesar 0,095 m. Pemompaan dilakukan selama 45 menit dimana pada menit ke-45 tidak terjadi penurunan muka air tanah (*drawdown*) sehingga pemompaan dihentikan.
3. Pada sumur air tanah yang diteliti pada lokasi penelitian diperoleh nilai Transmisivitas (T) pada saat uji pemompaan sebesar 1822,639 m^2/hari dan pada saat uji kambuh sebesar 930,514 m^2/hari, serta nilai storativitas (S) diperoleh sebesar $9{,}978\times10^{-5}$.
4. Jari-jari pengaruh (r_o) akibat pemompaan yang dilakukan pada sumur produksi dengan debit 238,827 m^3/hari diperoleh sebesar 29,999 m, sehingga sumur yang berada di luar radius jari-jari pengaruh tidak akan mengalami penurunan muka air tanah (*drawdown*).
5. Dari uji pemompaan (*pumping test*) yang dilakukan dengan membandingkan nilai Transmisivitas (T) pada saat pemompaan dan Transmisivitas (T) saat *recovery* dengan menggunakan metode *trial and error* nilai Q, maka diperoleh potensi ketersediaan air tanah pada lokasi penelitian sebesar 467,8 m^3/hari.
6. Dengan diperolehnya potensi ketersediaan air tanah pada sumur air tanah, maka dapat diketahui debit air tanah yang tersedia pada lokasi penelitian, sehingga pemanfaatan air tanah pada lokasi penelitian tersebut dapat dibatasi pengambilan air tanahnya agar tidak terjadi penurunan muka air tanah yang drastis.

F. SARAN

Beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Sebaiknya pada saat pengukuran elevasi muka air tanah baik pada saat pemompaan maupun saat *recovery* pengukurannya dilakukan dengan menggunakan *water level meter* disetiap sumur agar diperoleh data yang lebih akurat dan meminimalisir terjadinya kesalahan pada saat pengambilan data.

2. Analisis data uji pemompaan (*pumping test*) yang diperoleh dapat dilakukan dengan menggunakan metode lain seperti metode Theis.

G. DAFTAR PUSTAKA

Dariah, A. (2013). *Karakteristik Lahan Gambut*. Balai Penelitian Tanah, Bogor.

Riyadi, A., & Wibowo, K. (2007). *Karakteristik Air Tanah di Kecamatan Tamansari Kota Tasikmalaya*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Sjarif, L. (2003). *Penentuan Nilai Karakteristik Akuifer Sumur Air Tanah Melalui Uji Pemompaan (Pumping Test) dengan Metode Cooper-Jacob di Leuwikopo*, Darmaga. Institut Pertanian Bogor, Bogor

Susiloputri, S., Farida, N. S. (2011). *Pemanfaatan Air Tanah Untuk Memenuhi Air Irigasi di Kabupaten Kudus Jawa Tengah*. Laporan Tugas Akhir Universitas Diponegoro. Semarang.

Wibowo, A. (2009). *Peran Lahan Gambut Dalam Perubahan Iklim Global*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman.

BPS. (2016). *Kabupaten Pelalawan Dalam Angka.* BPS Kabupaten Pelalawan.

Harjito. (2014). *Metode Pumping Test sebagai kontrol Pengambilan Airtanah Secara Berlebihan.* Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan UGM. Yogyakarta

Todd, D. K. (1980). *Groundwater Hydrology. Third Edition*. Macmilan Publishing Company New York, USA.

Abduh, M. (2012). *Studi Kapasitas Debit Air Tanah Pada Akuifer Tertekan di Kota Malang*. Jurnal Teknik Pengairan. Malang.

Soewandita, H. (2008). *Studi Muka Air Tanah Gambut dan Implikasinya Terhadap Degradasi Lahan Pada Beberapa Kubah Gambut di Kabupaten Siak*. Pusat Teknologi Sumberdaya Lahan Wilayah dan Mitigasi Bencana – BPPT.