

# KONDISI DAN POTENSI DAMPAK PEMANFAATAN AIR TANAH DI KABUPATEN SAMPANG DAN PAMEKASAN

Oleh :  
**Hendra Wahyudi**

## *Abstract*

*The Madura Bridge is expected to be finished on the year of 2009 so that the Madura Island will be in the positive economic growth. To support those of development in Madura Island, there must be supporting infrastructures need to be prepared i.e. water supply infrastructure.*

*The water source in Madura Island is very low especially the surface water source. Meanwhile there hasn't been any research conducted on groundwater's condition and potension. So that it need to conduct a research on the utility effect of groundwater condition and potension in Kabupaten Sampang and Kabupaten Pamekasan.*

*The result shows that the total sum of groundwater's utility until now in Kabupaten Sampang is 101188.81 cu.m/day, meanwhile the total sum of groundwater's utility Kabupaten Sampang is 176761,93 cu.m/day, and the total sum of groundwater's utility in Cekungan Sampang-Pamekasan is about 214800 cu.m/day or 7840200 cu.m/year. The recharge amount is about 590090 cu.m/day or 215678000 cu.m/year. Meanwhile the potension of groundwater's utility in Cekungan Ketapang is about 37100 cu.m/day 13541000 cu.m/year, with the recharge amount is about 300170 cu.m/day or 10956200 cu.m/year.*

*Keyword : groundwater, water utility,*

## **LATAR BELAKANG**

Jembatan Madura telah selesai tahun 2009 ini sehingga diharapkan Pulau Madura akan semakin pesat kemajuannya. Untuk mendukung pesatnya pembangunan di Pulau Madura harus disiapkan berbagai sarana pendukungnya antara lain pendukung sumber air.

Berdasarkan letaknya air dapat dibagi menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Jumlah dan keberadaan air permukaan mudah dilihat karena terletak di permukaan tanah, sedangkan air tanah, karena letaknya di dalam tanah maka untuk mengetahui jumlah dan potensinya perlu dilakukan pengamatan yang lebih teliti. Pemerintah telah lama mengembangkan

potensi air tanah yang ada di pulau Madura khususnya di kabupaten Sampang dan Kabupaten Pamekasan dengan membuat sumur bor untuk mengairi sawah dan minum melalui proyek pengembangan tanah wilayah Jawa Timur.

Potensi tersebut perlu dikembangkan lagi untuk menunjang sector industri dan sector lainnya tetapi pengembangan tanah tersebut jangan sampai berlebihan sehingga akan menimbulkan masalah yang lain antara lain intrusi air laut.

## **MAKSUD DAN TUJUAN**

Maksud dan tujuan penelitian ini adalah

- untuk memperoleh gambaran tentang pemanfaatan air tanah di Kabupaten

Sampang dan Pamekasan.

- Untuk memperoleh gambaran tentang potensi air tanah yang dapat dimanfaatkan dan kemungkinan pengembangannya.
- Untuk memberikan masukan bagi pengambil kebijakan tentang pengembangan air tanah di Kabupaten Sampang dan Pamekasan.

## LOKASI KEGIATAN

Lokasi kegiatan penelitian ini terletak di Kabupaten Sampang dan Pamekasan dengan batas-batas sebagai berikut :

- Batas sebelah Utara Laut Jawa
- Batas sebelah Timur Kabupaten Sumenep.
- Batas sebelah Selatan Selat Madura.
- Batas Sebelah Barat Kabupaten Bangkalan.

## KONDISI UMUM DAERAH PENELITIAN

### 2.1. Batas Administrasi

Kabupaten Sampang terletak pada posisi  $6^{\circ} 05' - 7^{\circ} 13'$  Lintang Selatan dan  $113^{\circ} 08' - 113^{\circ} 39'$  Bujur Timur mempunyai luas areal kurang lebih sebesar 1233.3 km<sup>2</sup> terdiri dari 12 kecamatan yaitu kec Sreseh, Torjun Sampang, Camplong, Ombun Kedungdung, Jrengik, Tembelang, Banyuates, Robatal, Ketapang, dan Sukobanah.

Sedangkan Kabupaten Pamekasan terletak pada posisi  $6^{\circ} 51' - 7^{\circ} 31'$  Lintang Selatan dan  $113^{\circ} 19' - 113^{\circ} 58'$  Bujur Timur mempunyai luas areal kurang lebih sebesar 792.3 terdiri dari 13 kecamatan yaitu Kec Tlanakan, Pademawu, Galis, Larangan, Pamekasan, Proppo, Palengaan, Pagantenan, Pakong, Kadur, Waru, Batumarmar, dan Pasean

### 2.2. Topografi

Topografi Kabupaten Bangkalan terdiri dari dataran rendah yang membentang dipesisir Utara dan Selatan dengan ketinggian antara 0 – 50 meter d.p.l. dan dibagian tengah berupa perbukitan bergelombang dengan ketinggian 100 – 350 meter d.p.l.

### 2.3. Tata Guna Lahan

Tata guna lahan daerah Kabupaten Bangkalan terbagi menjadi dua yaitu :

- Lahan Basah yang meliputi sawah, waduk Rawa dan tambak.
- Lahan Kering yang terdiri dari pemukiman, tegalan, Kebun, Hutan dan Lain lain

### 2.4. Hidrologi

Kabupaten Sampang dan Pamekasan mempunyai iklim tipe Monsoon dengan dua musim yaitu hujan yang berlangsung antara bulan Nopember – April dan Kemarau antara bulan Mei – Oktober. Kondisi topografi, disamping angin Monsoon sangat mempengaruhi besarnya curah hujan, semakin tinggi letaknya di atas permukaan laut semakin besar pula curah hujannya bila dibandingkan dengan daerah dataran. Bagian tengah wilayah penelitian yang berupa perbukitan dan gunung, curah hujannya jauh lebih besar daripada curah hujan di dataran yang merupakan pantai, baik di bagian Utara maupun di bagian Selatan. Di daerah perbukitan curah hujan bahkan  $>2000$  mm/th; yang memberikan kontribusi yang besar terhadap resapan air kedalam tanah, sedangkan di daerah pantai curah hujan berkisar antara 500 – 1000 mm/th.

Sedangkan kondisi klimatologi Kabupaten Sampang dan Pamekasan adalah sebagai berikut :

Uraian	Minimum	Maksimum	Rata-rata
Suhu (°C)	24	34	28
Penguapan (mm)	94	204	150
Penyinaran Matahari (%)	40	100	76
Kelembapan (%)	60	90	80
Kecepatan Angin (Knots)	13	22	16

## LANDASAN TEORI

Air tanah adalah air yang bergerak dalam lapisan tanah yang terdapat di dalam ruang ruang antara butir butir tanah yang membentuk itu atau dikenal dengan air lapisan dan di dalam retakan retakan dari batuan yang dikenal dengan air celah. Keadaan air tanah ada yang terkekang dan air tanah bebas.

Jika air tanah itu bebas maka permukaannya akan membentuk gradient yang dikenal dengan gradient hidrolik sehingga pergerakan air tanahnya akan membentuk sebuah kontur.

Menurut hukum Darcy kecepatan aliran air tanah dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$V = k \cdot I$$

Dimana :

$V$  = kecepatan aliran ( m3/dt )

$K$  = koefisien permeabilitas.

$I$  = gradient hidrolik.

Pemanfaatan air tanah melalui sumur gali perhitungannya didasarkan pada kepadatan penduduk per kecamatan dengan asumsi bahwa air tanah yang diambil *hanya* dipergunakan untuk keperluan sehari-hari saja yaitu 60 l/hr/jiwa.

Untuk memperkirakan kebutuhan dan penggunaan air tanah dangkal disetiap kecamatan, dipakai rumus sebagai berikut:

$$Q_p = P_n \times K_p$$

Dimana :

$Q_p$  = penggunaan/kebutuhan air tanah dangkal (l/hr/km<sup>2</sup>)

$P_n$  = kepadatan penduduk rata-rata per kecamatan (jiwa/km<sup>2</sup>)

$K_p$  = kebutuhan air penduduk rata-rata (l/hr/jiwa)

Untuk menghitung Jumlah pengam bilan air tanah yang digunakan untuk mengairi areal irigasi dihitung dengan memakai rumus:

$$Q = t \times Q_s \quad (l/hr)$$

Dimana :

$Q$  = jumlah debit pemompaan (l/hr)

$t$  = jam operasi pompa (jam/hr)

$Q_s$  = kapasitas debit terpasang pompa (l/det)

## METODE PENELITIAN

Untuk melakukan penelitian dengan biaya dan yang efisien dan memperoleh hasil yang maksimal maka perlu disusun suatu metode pelaksanaannya yaitu :

- **Persiapan** adalah tahapan awal dari seluruh rangkaian kegiatan. Pada tahapan ini disusun kebutuhan peralatan, keuangan dan lain sebagainya sehingga disaat pelaksanaan nanti tidak menemui kendala yang berarti.
- **Inventarisasi data dan Orientasi lapangan.** Tahapan berikutnya setelah persiapannya sudah mencapai progress seratus persen maka langkah selanjutnya adalah pengenalan medan dan inventarisasi data. Langkah ini dilakukan untuk melihat permasalahan yang ada dilapangan dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sehingga tidak melakukan pengulangan tindakan.
- **Analisa data.** Tahapan ini adalah salah satu langkah yang akan dilakukan setelah semua data yang diperlukan untuk penelitian ini sudah diperoleh dan tahapan ini merupakan langkah awal agar variable yang diperlukan oleh program pendukung penelitian ini ( MUDFLOW ) dapat dijalankan.

• **Pemodelan.** Pada tahap ini yang dilakukan meliputi :

- a. **Penyiapanperangkat** dan data input yang diperlukan oleh software Modflow
  - b. **Kalibrasi kondisi steady – transient** (elevasi muka air, debit pemompaan, dan kegaraman)
  - c. **Kalibrasi kondisi unsteady**
  - d. **Peramalan berbagai skenario** (dengan atau tanpa penambahan pemompaan serta dengan atau tanpa perubahan penggunaan lahan).
- **Analisa Hasil.** Hasil yang dilakukan oleh program Mudflow masih berupa angka angka sehingga agar hasil tersebut dapat dibuat suatu kesimpulan maka perlu dilakukan analisa hasil..
  - **Pembuatan Laporan.** Tahap ini merupakan tahap terakhir dari seluruh rangkaian penelitian yaitu menyusun sebuah laporan tentang apa yang sudah dilakukan dan menyampaikan hasilnya agar diketahui public.

sebagai berikut

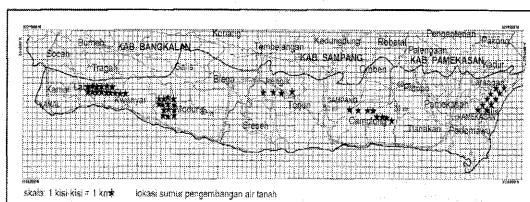
No.	Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Domestic Use (Sumur Gall)	Irigasi		Air Bersih		Total
				Sumur Pantek	Sumur Dalam	Sumur Dalam	Sumur Dalam	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5) + (6)	(8)	(9) = (4)+(7)+(8)
1	Trisiklan	48.10	3.142,00	270,00	6.048,00	6.318,00	-	9.468,00
2	Pakemaru	71,90	6.265,50	1.436,40	6.220,80	2.056,20	-	8.344,70
3	Galis	31,68	1.720,44	-	11.836,80	11.836,80	-	13.557,24
4	Larangan	40,86	3.033,11	-	32.400,00	32.400,00	-	35.433,11
5	Pamekasan	26,47	4.755,07	406,00	-	106,00	9.834,91	14.897,98
6	Proppo	71,46	4.182,18	-	19.412,80	19.412,80	-	23.794,98
7	Palangan	88,48	4.051,07	5.363,00	-	5.363,00	-	9.634,07
8	Pagantaran	86,04	3.479,48	5.626,80	7.126,00	12.754,80	-	16.234,28
9	Pasung	66,71	1.947,33	13.336,00	5.788,00	19.124,00	-	21.071,33
10	Kadur	52,43	2.651,91	-	-	-	-	2.651,91
11	Waru	70,00	3.100,00	756,00	-	756,00	432,00	4.288,00
12	Batumarmar	97,06	3.726,72	324,00	-	324,00	-	4.050,72
13	Pasean	73,88	3.238,13	3.013,20	1.728,00	4.741,20	-	7.979,33
<b>Total :</b>		<b>792,30</b>	<b>45.256,82</b>	<b>30.456,00</b>	<b>90.783,20</b>	<b>121.219,20</b>	<b>10.266,91</b>	<b>176.781,93</b>

Hasil simulasi yang dilakukan terhadap pengembangan air tanah di Kabupaten Sampang dan Kabupaten Pamekasan dapat ditinjau dari dua cekungan yang ada yaitu **Cekungan Sampang Pamekasan** dengan berbagai debit pengambilan optimum atau yang mempunyai dampak terkecil terhadap kondisi air tanahnya yaitu dengan membuat sumur sebanyak 15 unit dengan berderet kearah Barat ke Timur dapat dilihat pada Gambar berikut .

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

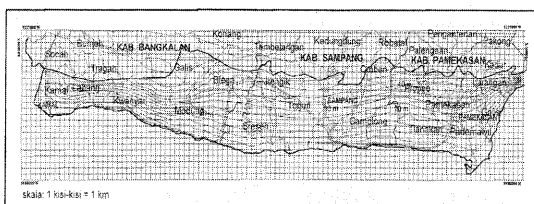
Kondisi Pemanfaatan air tanah yang ada saat ini di Kabupaten Sampang adalah sebagai berikut

No.	Kecamatan	Luas (Km <sup>2</sup> )	Domestic Use (Sumur Gall)	Irigasi		Air Bersih		Total
				Sumur Pantek	Sumur Dalam	Sumur Dalam	Sumur Dalam	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (5) + (6)	(8)	(9) = (4)+(7)+(8)
1	Sresah	71,65	1.757,02	216,00	-	216,00	-	1.973,02
2	Turjan	86,68	3.032,82	11.232,00	-	11.232,00	-	14.264,82
3	Sampang	70,01	6.048,86	507,80	6.480	6.987,80	1.728	14.764,46
4	Dampang	61,60	4.226,56	1.512,00	884	2.376,00	-	6.672,56
5	Omboan	118,34	4.187,16	2.937,80	7.776	10.713,80	3.456	18.359,76
6	Kedungbulung	123,09	4.155,46	432,00	-	432,00	-	4.587,46
7	Jereng	65,35	2.136,00	2.697,80	2.592	5.299,80	598,31	7.892,91
8	Tambelangan	83,97	2.591,14	2.138,40	-	2.138,40	-	4.729,54
9	Banyuwate	141,23	3.699,86	3.175,20	-	3.175,20	604,50	7.440,86
10	Ribata	164,79	7.109,94	4.492,80	-	4.492,80	-	11.601,94
11	Kelapangan	125,28	4.074,21	151,20	106,70	257,90	-	4.332,11
12	Sivitanan	109,51	3.977,06	410,40	-	410,40	259,20	4.247,66
<b>Total :</b>		<b>1.233,30</b>	<b>46.881,00</b>	<b>29.872,80</b>	<b>17.818,70</b>	<b>47.691,50</b>	<b>6.816,31</b>	<b>101.188,81</b>



Gambar 1. Lokasi Sumur Pengembangan di Cekungan Sampang Pamekasan.

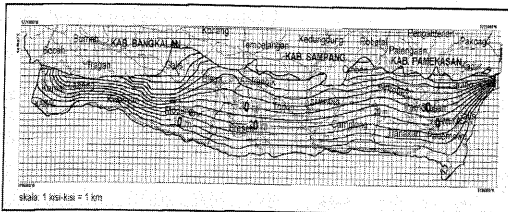
Kondisi permukaan air tanah pada aquifer 1 pada tahun pengembangan pertama jika dilakukan pemompaan sebesar 2800 m<sup>3</sup>/hr dapat dilihat pada gambar 2.



Kondisi Pemanfaatan air tanah yang ada saat ini di Kabupaten Pamekasan adalah

Gambar 2 Kondisi Transien Aquifer 1 pada tahun pertama

Kondisi permukaan air tanah pada aquifer 2 pada tahun pengembangan pertama jika dilakukan pemompaan sebesar 2800 m<sup>3</sup>/hr dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Kondisi Transien Aquifer 2 pada tahun pertama.

Hasil neraca air tanah di cekungan Sampang Pamekasan pada saat musim hujan dapat dilihat pada table 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Neraca Air tanah Cekungan Bangkalan Pada saat musim hujan.

	Akuifer 1 (dangkal)		Akuifer 2 (dalam)	
	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)
Storage	14130	20893	8.0519	0.005871
Constant Head	0	809890	620870	47469
Wells	0	28802	0	45878
Drains	0	0	0	0
Recharge	454390	0	0	0
River Leakage	0	0	0	0
Head Dep	0	0	0	0
Zone 2 to 1	646.990	0	0	109.300
Zone 1 to 2	0	256.110	256.110	0
Total	1.115.500	1.115.500	876.990	876.990

Hasil neraca air tanah di cekungan Sampang Pamekasan pada saat musim kemarau dapat dilihat pada table 2 sebagai berikut :

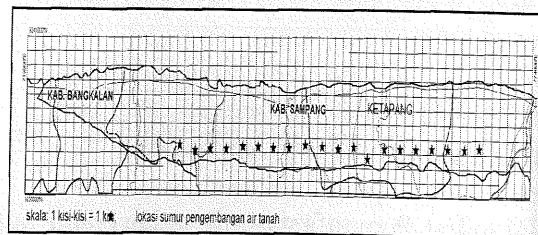
Tabel 2 Neraca air tanah di cekungan Bangkalan pada saat musim kemarau

	Akuifer 1 (dangkal)		Akuifer 2 (dalam)	
	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)
Storage	94031	2.0567	53.635	0.00095
Constant Head	0	635830	736720	2557
Wells	0	27732	0	17409
Drains	0	0	0	0
Recharge	32428	0	0	0
River Leakage	0	0	0	0
Head Dep	0	0	0	0
Zone 2 to 1	593970	0	0	593970
Zone 1 to 2	0	56868	56868	0
Total	720.430	720.430	793.640	793.640

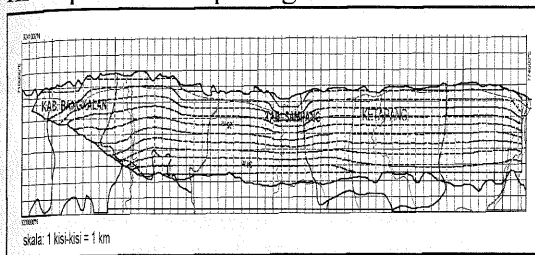
Pada akhir tahun pertama simulasi pengembangan sumur bor total input pada akuifer 1 sebesar 1.210.300 m<sup>3</sup>/hari, besarnya recharge 590.090 m<sup>3</sup>/hari, pengambilan air tanah 27.732 m<sup>3</sup>/hari. Pada akuifer 2 total input sebesar 856.420 m<sup>3</sup>/hari, jumlah pengambilan air tanah 17.4090 m<sup>3</sup>/hari.

Pada akhir tahun kelima (2014) simulasi pengembangan sumur bor total input pada akuifer 1 sebesar 949.820 m<sup>3</sup>/hari, besarnya recharge 328.540 m<sup>3</sup>/hari, pengambilan air tanah 23.063 m<sup>3</sup>/hari. Pada akuifer 2 total input sebesar 833.750 m<sup>3</sup>/hari, jumlah pengambilan air tanah 167.220 m<sup>3</sup>/hari.

**Cekungan Ketapang** dengan berbagai debit pengambilan optimum atau yang mempunyai dampak terkecil terhadap kondisi air tanahnya yaitu dengan membuat sumur sebanyak 20 unit dengan berderet kearah Barat ke Timur dapat dilihat pada Gambar berikut .

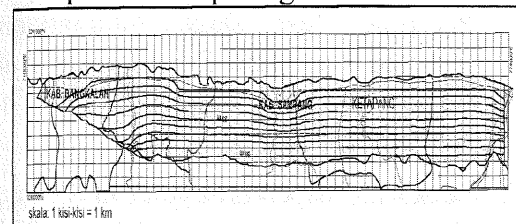


Kondisi permukaan air tanah pada aquifet 1 pada tahun pengembangan pertama jika dilakukan pemompaan sebesar 1760 m<sup>3</sup>/hr dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Kondisi Transien Aquifer 1 pada tahun pertama

Kondisi permukaan air tanah pada aquifet 2 pada tahun pengembangan pertama jika dilakukan pemompaan sebesar 1760 m<sup>3</sup>/hr dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Kondisi Transien Aquifer 2 pada tahun pertama.

Hasil neraca air tanah di cekungan Ketapang pada saat musim hujan dapat dilihat pada table 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Neraca Air tanah Cekungan Bangkalan Pada saat musim hujan.

	Akuifer 1 (dangkal)		Akuifer 2 (dalam)	
	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)
Storage	7331	0	4,5758	0
Constant Head	0	0	0	15885
Wells	0	5962	0	34370
Drains	0	0	0	0
Recharge	231940	0	12855	0
River Leakage	0	0	0	0
Head Dep	0	0	0	0
Zone 2 to 1	319.490	0	0	319.490
Zone 1 to 2	0	159.060	159.060	0
Total	558.760	558.760	369.740	369.740

Hasil neraca air tanah di cekungan Sampang Pamekasan pada saat musim kemarau dapat dilihat pada table 2 sebagai berikut :

Tabel 2 Neraca air tanah di cekungan Bangkalan pada saat musim kemarau

	Akuifer 1 (dangkal)		Akuifer 2 (dalam)	
	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)	Input (m <sup>3</sup> /hari)	Output (m <sup>3</sup> /hari)
Storage	12947	1,7516	53.635	0,00012
Constant Head	0	235000	736720	2137,9
Wells	0	5962,6	0	34370
Drains	0	0	0	0
Recharge	17056	0	0	0
River Leakage	0	0	0	0
Head Dep	0	0	0	0
Zone 2 to 1	218.890	0	0	218.890
Zone 1 to 2	0	7930	7930	0
Total	248.893	248.893	255.400	255.440

Pada akhir tahun pertama simulasi pengembangan sumur bor total input pada akuifer 1 sebesar 642.090 m<sup>3</sup>/hari, besarnya recharge 300.170 m<sup>3</sup>/hari, pengambilan air tanah 5962 m<sup>3</sup>/hari. Pada akuifer 2 total input sebesar 396.620 m<sup>3</sup>/hari, jumlah pengambilan air tanah 34.370 m<sup>3</sup>/hari. Pada akhir tahun kelima (2014) simulasi pengembangan sumur bor total input pada akuifer 1 sebesar 440.450 m<sup>3</sup>/hari, besarnya recharge 300.170 m<sup>3</sup>/hari, pengambilan air tanah 5962 m<sup>3</sup>/hari. Pada akuifer 2 total input sebesar 320.900 m<sup>3</sup>/hari, jumlah pengambilan air tanah 34370 m<sup>3</sup>/hari.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut :

- Jumlah pemanfaatan air tanah saat ini di kabupaten Sampang sebesar 101188.81 m<sup>3</sup>/hr.

- Jumlah pemanfaatan air tanah saat ini di kabupaten Pamekasan sebesar 176.761,93 m<sup>3</sup>/hr.
- Potensi pemanfaatan air tanah di Cekungan Sampang - Pamekasan 214.800 m<sup>3</sup>/hari atau 78.402.000 m<sup>3</sup>/tahun, besarnya recharge 590.090 m<sup>3</sup>/hari atau 215.678.000 m<sup>3</sup>/tahun.
- Potensi pemanfaatan air tanah di Cekungan Ketapang 37.100 m<sup>3</sup>/hari atau 13.541.000 m<sup>3</sup>/tahun, besarnya recharge 300.170 m<sup>3</sup>/hari atau 109.562.000 m<sup>3</sup>/tahun.

## 2.2. Saran

Berdasarkan kondisi serta potensi dampak pemanfaatan air tanah di Kabupaten Sampang dan Pamekasan maka untuk pengembangannya perlu kehati-hatian untuk daerah dataran dekat pantai. Jarak sumur bor ke garis pantai paling aman untuk menghindari intrusi air laut, sekitar 2 km dari garis pantai dengan debit pengambilan air tanah maksimum 10 liter/detik.

Disarankan untuk membangun embung atau sumur resapan di daerah hulu atau perbukitan yang berfungsi untuk meresapkan air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sehingga dapat menambah cadangan air tanah, selain juga untuk mengurangi resiko banjir di daerah hilir atau dataran pada saat terjadi hujan lebat di musim penghujan.

Perkembangan kondisi air tanah yang dapat diamati dari perubahan kedalaman muka air tanah perlu diukur dan dipantau secara berkala sehingga dapat diketahui kecenderungan perkembangan cadangan air tanah dan data pemantauan tersebut sangat berguna untuk perencanaan di waktu mendatang baik untuk pengembangan air tanah maupun untuk upaya pelestarian air

tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anderson, M.D, And W.W. Woessner, 1992: Applied Ground Water Modelling: Simulation of Flow and Advective Transport.
2. Freeze. R.A. and Cherry. J. A, 1979: Groundwater, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliff, New Jersey.
3. Nilson Guiger and Thomas Franz, User's Manual for Visual MODFLOW
4. Kruseman. G.P. and De Ridder.N.A, 1990: Analysis And Evaluation Of Pumping Test Data, International Institute For Land Reclamation And Improvement, Wageningen, The Netherlands
5. Soekardi Puspowardoyo (1985) : Peta Hidrogeologi Indonesia, Lembar VIII Surabaya, Skala 1 : 250.000, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Bandung.
6. Suyono Sosrodarsono Dan Kensa ku Takeda, 1976: Hidrologi Untuk Pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.