

**STUDI AWAL HIDROKIMIA BERBASIS SPASIAL
(Studi kasus : Daerah pesisir Tanjung Panto-Binuangeun, Banten Selatan)**

I. Hadi S. dan Wilda Nailly*

ABSTRAK

Penelitian ini bermaksud mengulas kondisi sumberdaya air yang ada di daerah Tanjung Panto-Binuangeun, Banten Selatan, dengan penekanan pada kualitas air melalui pendekatan spasial. Daerah penelitian, yang memiliki luas ± 200 ha, adalah merupakan bagian wilayah pesisir di daerah Banten Selatan, dan terbentang dari barat ke timur dengan luas daerah ± 5000 ha. Secara morfologi daerah ini merupakan dataran pantai, yang tersusun dari gamping koral yang berusia Kwartir, tertutup oleh lapisan tipis sedimen pasir lepas. Pada lapisan gamping ini terletak muka air tanah dengan variasi kedalaman mencapai 4 m. Informasi hidrokimia dan data penunjang lainnya diperoleh dari sejumlah contoh yang selanjutnya dikemas dengan menggunakan pendekatan SIG. Adapun pengambilan contoh dilakukan pada bulan April dan Juli tahun 2008. Hasil analisa DHL dan ion Cl pada contoh air menunjukkan adanya hubungan regressi yang erat, dimana kandungan ion Cl 250 mg/l adalah setara dengan nilai DHL 1620 μ S/cm; sedang kandungan ion Cl 600 mg/l adalah setara dengan nilai DHL 3700 μ S/cm. Hasil konversi menunjukkan sebaran ion Cl pada bulan Juli 2008 cenderung lebih tinggi di bandingkan kandungan ion Cl pada bulan April 2008. Selain itu kandungan ion Cl tinggi juga terdapat pada bagian tengah dan utara tanjung. Pengukuran muka air tanah di bulan Juli menunjukkan adanya penurunan dibandingkan pengukuran bulan April, kecuali di daerah ujung barat daya yang umumnya tetap. Hasil analisa hidrokimia dari lokasi terpilih menunjukkan adanya sejumlah perubahan fasies dan kandungan ion antara bulan April dan bulan Juli 2008, perubahan tersebut terdiri dari : a) Perubahan yang mendapat pengaruh penyusupan air laut yaitu fasies daratan (tipe Ca HCO₃) yang kemudian berubah menjadi fasies laut (tipe Ca Na Cl). Kondisi ini diperkuat dengan adanya kenaikan ion Cl pada peta. b) Perubahan fasies karena pengaruh posisi yang terletak dekat pantai, dicirikan dengan perubahan fasies tipe Ca Na HCO₃ menjadi tipe Ca Na HCO₃ Cl c) Perubahan kandungan sejumlah ion utama terutama ion Cl di bulan Juli tetapi belum mampu merubah fasies hidrokimia yang ada. Studi dengan mengintegrasikan hasil analisa fasies hidrokimia dengan perubahan sebaran kandungan ion Cl dan muka air tanah bebas menunjukkan bahwa sistem tata air di daerah penelitian ternyata sangat responsif/rentan terhadap perubahan yang bersifat alami maupun antropogenik. Selain itu terdapat indikasi bahwa baik kualitas maupun kuantitas air sungai dari S. Cibinuangeun masih cukup baik. Hal ini tentunya memerlukan kajian lebih lanjut, terutama bagi pemanfaatan optimal guna mencukupi air bersih di daerah ini.

Kata kunci : *daerah pesisir, sumberdaya air, Daya Hantar Listrik (DHL), ion utama, fasies hidrokimia, spasial*

ABSTRACT

This study highlights the water resources available in Tanjung Panto-Binuangeun area, Banten Selatan, with stress at water quality through approach of spatial. Research area, what having area ± 200 ha, is part of coastal region in South Banten and outspread from west to east with broadly area ± 5000 ha. Morphologically, this area is coastal plain, contained Quaternary corall limestone, overlain by thin layer of loose sand sediment. At this limestone is located of water table with various deepness reach 4 m. Hydrochemical Information and other supporting data are obtained from a number of samples, herein after evaluated by using approach of GIS. The sampling are done in April and July year 2008. Analysis of EC and Cl ion from water samples show the relation of regression which tightly, where contents of ion Cl 250 mg/l is equivalent with EC value 1620 μ S/cm; while contents of ion Cl 600 mg/l is equivalent with value DHL 3700 μ S/ cm. Conversion result show spread of Cl ion in July 2008 tending to higher in comparing contents of ion Cl in April 2008. Besides contents of ion Cl is high also there are at north and centered of research area. Measurement of water table in July show existence of lowering is compared measurement of April month, except in tip of southwest area which generally fixed. Hydrochemical analysis result from chosen location show existence of a number changes of fasies and contents of ions

* Puslit Geoteknologi LIPI, Bandung

during the April and July 2008, the change consisted : a) Change getting influence sea-water intrusion that is terrestrial facies(Ca HCO₃ type) which then turning into marine facies (Ca NaCl type). This condition is strengthened with existence of increase of ion Cl at map.b) Change of hydrochemical facies because influence of position which located near by coast, distinguished with change of facies Ca Na HCO₃ type become Ca Na HCO₃ Cl type. c)Change of content a number of primary ions especially Cl ions in July but not yet can change the facies. Study by integrating analysis result hydrochemical facies with change of spread of ion Cl contents and groundwater table indicate that arranging water system in research area simply hardly responsive/suceptive to natural having the character of change and also anthropogenic. Besides there are indications that water quality and quatity from S. Cibinuangun still be good enough. These statement it is of course require study furthermore, especially for optimal exploiting utilized to answer the demand of fresh water in this area.

Keywords : coastal area, water resources, Electric Conductivity (EC), primary ion, hydrochemical facies, spatial.

PENDAHULUAN

Sebagai negara kepulauan, Indonesia dengan luas $\pm 1,9$ juta km², terdiri dari pulau besar dan kecil, dengan panjang kawasan pesisir yang mencapai 95.181 km. Pada kawasan ini tumbuh dan berkembang pusat-pusat pertumbuhan dalam bentuk kota-kota besar. Hal ini mudah dimengerti mengingat kawasan pesisir ini merupakan transisi antara daerah daratan dan lautan yang kaya akan sumber daya yang memiliki keunggulan komperatif mulai dari sumberdaya perikanan, wisata bahari dsb. Di sisi lain, sebagai bagian dari daratan, wilayah ini secara teknis memiliki sejumlah kemudahan terutama berkaitan dengan pembangunan infrastruktur dan pengembangan zona peruntukan. Aktivitas ekonomi (irigasi, pariwisata, pemukiman, industri) yang pada intinya bertujuan untuk meningkatkan standard kehidupan manusia dalam konteks tersebut menyebabkan sumberdaya air pada kawasan ini menjadi penting (UNESCO, 2002).

Pada kawasan pesisir, keberadaan sumberdaya air tersebut selain dipengaruhi oleh peristiwa klimatologi, juga terkendala oleh adanya sejumlah gejala seperti : peristiwa penyusupan air laut, pencemaran akibat limbah, sempitnya luas daratan yang dapat berfungsi sebagai daerah tangkapan hujan, dan usaha exploitasi yang berlebihan. Seluruh perubahan yang terjadi akibat kendala tersebut umumnya terekam dengan baik pada kualitas air yang ada, yang tercermin oleh kandungan ion-ion utama (fasies hidrokimia).

LOKASI DAN TUJUAN PENELITIAN

Hal tersebut di atas menjadi dasar bagi penelitian yang dilakukan kali ini yaitu studi mengenai hidrokimia sumberdaya air daerah pesisir. Adapun lokasi penelitian adalah daerah Tanjung Panto-Binuangeun, Banten Selatan, yang mencakup luas daerah ± 200 ha. Daerah ini merupakan bagian kecil yang berbentuk tanjung dari wilayah pesisir Banten Selatan, yang terbentang dari barat (Tanjung Mentoyong) hingga ke timur (Cipager) dengan luas ± 5000 ha (Gambar 1).

Penelitian secara garis besar bermaksud mempelajari sistem aliran melalui perubahan ion-ion utama yang terkandung pada contoh air dan mencoba meruntut penyebab terjadinya perubahan tersebut, khususnya pada tulisan ini penelitian ditekankan pada perubahan fasies hidrokimia bebas karena pengukuran pada waktu yang berbeda dalam kerangka spasial.

METODOLOGI

Guna kepentingan studi, sebelumnya telah dilakukan analisa berkenaan dengan :

- a) Hidrogeologi, menyangkut jenis dan sifat litologi, hidrostratigrafi, geolistrik dan pemboran.
- b) Citra satelit terutama berkenaan dengan morfologi, topografi, dan tutupan lahan.

Sedang untuk studi hidrokimia telah dilakukan pengukuran dan pengambilan contoh air pada waktu yang berbeda. Contoh air yang diukur di lapangan adalah sebanyak 45 buah, 21 di antaranya berasal dari lokasi yang sama. Sedang untuk kepentingan analisa laboratorium dari 45 buah diambil 21 contoh air, dimana 6 di antaranya berasal dari lokasi yang sama, yaitu TP01, TP07, TP09, TP16, TP20 dan TP21 (Gambar 2). Adapun waktu pengukuran lapangan dan pengambilan contoh adalah bulan April dan bulan Juli tahun 2008.

Pengukuran di lapangan meliputi posisi lokasi, pH, DHL (daya hantar listrik), temperatur dan tinggi muka air, sedang pengukuran/analisa laboratorium, selain ion utama (Na, Ca, K, Mg, HCO₃, SO₄ dan Cl), juga ion : nitrat, nitrit, Fe, Mn dan SiO₂, seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Seluruh data contoh air selanjutnya di analisa kembali dengan menggunakan batasan-batasan hidrogeologi setempat dengan menggunakan teknik SIG (sistem informasi geografis).

PEMBAHASAN.

Informasi mengenai geologi, hidrogeologi, dan tutupan lahan/pemukiman.

Peta Geologi Lembar Cikarang skala 1 : 100.000 (Sudana D. Dan Santosa S., 1992) yang dikeluarkan oleh P3G-Deptamben, menyatakan bahwa daerah studi termasuk pada endapan undak pantai yang tersusun dari kerikil, pasir, lempung dan rombakan batugamping/cangkang moluska. Hasil citra maupun analisa topografi menunjukkan bahwa morfologi daerah penelitian merupakan suatu dataran pantai (Gambar 1). Hasil tranformasi data citra SRTM dengan menggunakan pemodelan permukaan padat (*solid surface*) menunjukkan bahwa daerah ini memiliki tinggian memanjang berarah timur laut – barat daya dengan ketinggian mencapai 15 m (Gambar 3). Tutupan lahan daerah ini merupakan daerah pemukiman, semak belukar dan kebun kelapa. Pemukiman sendiri masih dapat dibedakan menjadi kawasan padat hunian yang merupakan kampung lama, kawasan perkembangan dari kampung lama dan kawasan hunian baru. Kawasan kampung lama dicirikan dengan rumah-rumah yang padat dan rapat, umumnya permanen dengan halaman yang sempit/terbatas. Sedang kawasan perkembangan kampung lama dicirikan dengan rumah-rumah yang tak begitu rapat, umumnya bersifat semi permanen dengan halaman yang agak luas. Sedang kawasan hunian baru umumnya lebih banyak ditempati oleh pendatang dimana jarak rumah umumnya jarang, dengan bentuk permanen dan halaman yang luas (200 – 400 m²). Total jumlah penduduk yang tinggal di daerah ini ketika penelitian ini dilakukan adalah ± 6000 jiwa, dengan komposisi ± 50 % menempati kawasan kampung lama.

Secara hidrogeologi daerah ini tersusun dari gamping koral Kuartar yang ditutup oleh pasir lepas yang tipis dengan variasi ketebalan kurang dari 2 m. Data pemboran pada lokasi (TP01) hingga kedalaman 12 m masih dijumpai adanya gamping koral. Karakteristik litologi semacam ini menyebabkan tata air yang berkembang di daerah ini adalah berupa air tanah. Walaupun di daerah pesisir ini terdapat sungai besar seperti S. Cibinuangeun yang menjadi batas barat daerah penelitian (Gambar 1 dan 2), tetapi tidak

dijumpai adanya perkembangan anak sungai yang lebih kecil, kecuali sejumlah genangan air yang muncul di musim hujan. Muka air tanah (MAT) terletak pada lapisan gamping koral, dengan kedalaman bervariasi hingga 4 m. Data geolistrik menunjukkan bahwa air tanah tawar memiliki ketebalan sampai 12 m (bagian tengah tanjung), di bawah air tanah tawar selanjutnya terdapat air payau, yang merupakan percampuran air tawar dan air laut. (Hadi S. I. dkk, 2008)

Informasi mengenai hubungan DHL dan ion Cl

Studi mengenai hubungan antara DHL dengan ion Cl telah banyak dilakukan oleh sejumlah peneliti antara lain seperti Freeze, R.A & Cherry, J.A (1979), Hem, J.D. (1989), Pannatier E.G., Broers H.P., Venema P. van Beusekom G. (2000). Sedang berkaitan dengan wilayah pesisir antara lain seperti Seaber (1962), Kloosterman (1989), Fitterman, D.V., and Deszcz-Pan, M.(001) Nance, H.S.(2003) Secara umum dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan yang erat antara besaran DHL dengan ion Cl. Untuk daerah studi, hubungan antara DHL dan ion Cl ditunjukkan oleh Gambar 4.

Berdasarkan hubungan regresi antara keduanya, selanjutnya ditarik batasan untuk air tawar dan air payau. Khusus untuk air tawar, bila batasan air tawar yang layak diminum adalah dengan kandungan ion Cl di bawah 250 mg/l (Menkes 907/2002), maka batas nilai DHL diperkirakan 1620 $\mu\text{S}/\text{cm}$; sedang bila air tawar yang layak diminum adalah dengan kandungan ion Cl di bawah 600 mg/l (UNESCO, 1991, PP no 82, 2001), maka batas nilai DHL adalah 3700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Atas dasar angka-angka tersebut selanjutnya disusun zonasi kualitas air berdasarkan kandungan ion Cl seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4. Untuk batas air payau dan air laut diambil nilai DHL 4500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ yang setara dengan kandungan ion Cl 1000 gr/L (Kloosterman, 1989).

Selanjutnya hubungan dan batasan di atas digunakan untuk menyusun peta sebaran ion Cl di lokasi penelitian baik untuk bulan April maupun bulan Juli tahun 2008 melalui pendekatan Kriging (*ordinary kriging*), semi variogram dengan nilai *nugget* : 128775, 4167806; *contribution* : 10463002, 61342 ; dan *range* : 321, 0615819298. Adapun peta yang dihasilkan ditunjukkan oleh gambar 5.

Perbandingan kedua peta sebaran tersebut menunjukkan bahwa terdapat sejumlah kenaikan kandungan ion Cl antara bulan Juli dibandingkan dengan bulan April 2008,

terutama pada bagian tengah, utara, dan barat laut tanjung. Pada daerah barat laut tanjung, kualitas air telah berubah menjadi air laut.

Informasi mengenai fasies hidrokimia

Suatu fasies hidrokimia merupakan aspek diagnostik kimia yang mengindikasikan perbandingan kation dan anion (Seaber, 1965). Variasi dalam perbandingan kation dan anion ini dalam bentuk perubahan tipe mencerminkan efek lingkungan dan dapat digunakan sebagai indikator diagnostik dari hubungan hidrokimia. Freeze, R.A & Cherry, J.A (1979), dan Jones, P.B.U (2007) menyatakan lebih lanjut bahwa kecenderungan perubahan tipe tersebut dalam kerangka evolusi genesa air tanah sangat berkaitan dengan rezim aliran yang ada (Lampiran 1).

Fasies hidrokimia yang terdapat di daerah penelitian ditentukan dengan menggunakan diagram Piper. Penentuan tipe air tanah didasarkan pada pembagian tipe air tanah yang dilakukan oleh Sujatha & Reddy (2003) seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 2. Adapun contoh air yang digunakan bagi penentuan tipe air berasal dari lokasi :

TP01, TP07, TP09, TP16, TP20 dan TP21, yang masing-masingnya berasal dari bulan April dan Juli 2008. Adapun diagram Piper dari contoh dan lokasi terpilih ditunjukkan oleh gambar 6 dan 7, sedang fasies tipe contoh terpilih disajikan pada tabel 2.

Informasi mengenai perubahan muka air tanah bebas.

Dengan menggunakan peta ketinggian digital (Gambar 2), selanjutnya dibuat peta kontur muka air tanah bebas baik pada bulan April maupun bulan Juli 2008 guna mengetahui pola perubahan muka air tanah, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 8. Dari gambar tersebut diketahui bahwa dari bulan April ke Juli 2008 telah terjadi perubahan muka air tanah dengan beda ketinggian terhadap permukaan yang terbesar (1-2 m) pada bagian utara dan sedikit bagian timur. Sedang untuk daerah lainnya cenderung tetap, terutama daerah barat daya.

Pembahasan dan analisa

Hasil analisa fasies hidrokimia untuk contoh dan lokasi terpilih seperti yang tercantum pada gambar 6 dan tabel 2 menunjukkan secara keseluruhan menunjukkan terjadi perubahan fasies yang sejalan dengan waktu. Walaupun begitu perubahan tersebut masih dapat dikategorikan sebagai berikut :

- a) Perubahan yang jelas-jelas memang mendapat pengaruh penyusupan air laut yaitu pada lokasi TP09 dan TP16 dimana data pengambilan bulan Juli 2008 telah berubah menjadi fasies Ca Na Cl. Keadaan ini diperkuat oleh peta sebaran ion Cl khususnya pada bulan Juli (Gambar 5). Satu hal yang menarik dari data TP09 adalah bahwa lokasi contoh ini terletak pada daerah yang tak dihuni (Gambar 2). Hal ini menyebabkan mengapa di bulan April fasies contoh ini menunjukkan fasies daratan (Ca HCO₃) yang kemudian berubah menjadi fasies laut (Ca Na Cl). Sementara itu peta sebaran ion Cl bulan Juli juga menunjukkan bahwa air di kawasan ini telah berubah menjadi air laut.
- b) Sedang untuk contoh TP07, TP20, dan TP21, meningkatnya kandungan ion Cl (terbentuknya fasies Ca Na HCO₃ Cl) di bulan Juli lebih banyak ditentukan oleh letak posisinya, bukan karena pengaruh rezim aliran (Lampiran 1). Satu hal yang menarik dari TP21 adalah walaupun terletak di wilayah padat hunian dan berjarak 40 m dari muara (gambar 2 dan gambar 3), ternyata perubahan baik pada kenaikan ion Cl maupun penurunan muka air tanah di bulan Juli (Gambar 8) masih belum intensif. Keadaan ini membawa perkiraan bahwa suplai air tawar dari S. Cibinuangun pada waktu itu masih baik, sehingga dapat menjaga baik kualitas maupun kuantitas air tawar yang ada di daerah lokasi TP21.
- c) Pada lokasi TP01, walaupun terjadi kenaikan sejumlah ion utama terutama ion Cl di bulan Juli (Tabel 1), perubahan tersebut belum mampu merubah fasies hidrokimia yang ada. Walaupun perubahan MAT disini hampir mencapai 1 m diperkirakan bahwa suplai air tanah dari utara masih dapat menjaga kestabilan fasies hidrokimia di daerah ini. Bila asumsi ini benar, hal tersebut menunjukkan bahwa persediaan air tawar di daerah ini betul-betul sangat tergantung pada air hujan.

Selanjutnya dari gambar 5 dan gambar 8 menunjukkan bahwa pada bagian tengah dan utara, terdapat hubungan yang erat antara perubahan kedalaman muka air tanah bebas dengan perubahan kadar ion Cl, kondisi tersebut menunjukkan bahwa :

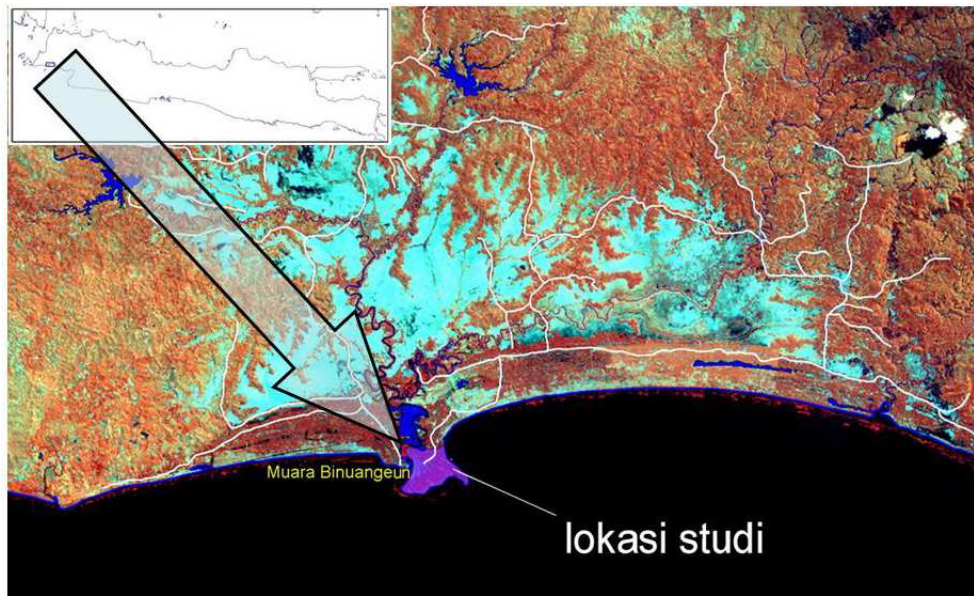
- d) Pada daerah ini terdapat air payau/laut yang terletak di bawah air tawar.
- e) Adanya kecenderungan pengambilan eksploitasi air tawar yang berlebihan di daerah ini.

KESIMPULAN

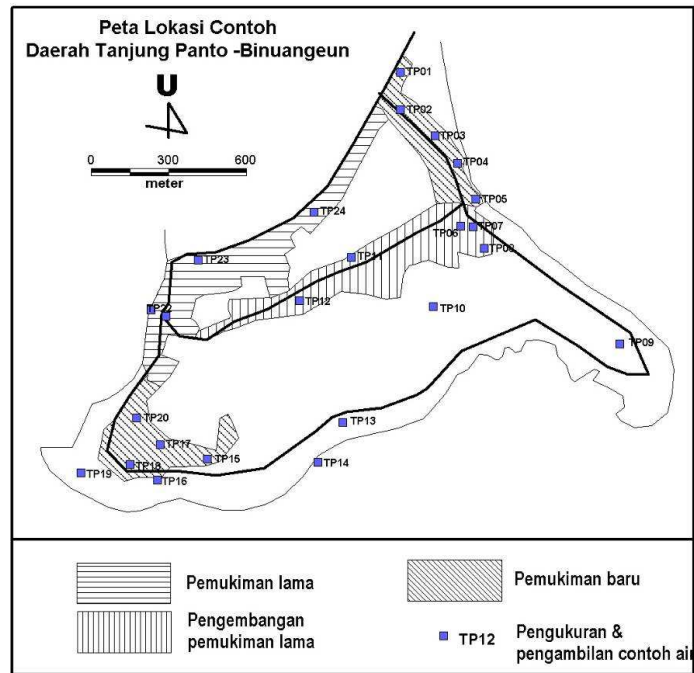
- a) Adanya sejumlah perubahan baik secara fisik maupun kimiawi, seperti yang diutarakan pada pembahasan dan analisa di atas menunjukkan bahwa sistem tata air di daerah penelitian ternyata sangat responsif/rentan terhadap perubahan yang bersifat alami maupun antropogenik.
- b) Terdapat indikasi bahwa baik kualitas maupun kuantitas air sungai dari S. Cibuangeun masih cukup baik. Hal ini tentunya memerlukan kajian lebih lanjut, terutama bagi pemanfaatan optimal guna mencukupi kebutuhan akan air bersih di daerah ini.

UCAPAN TERIMA KASIH.

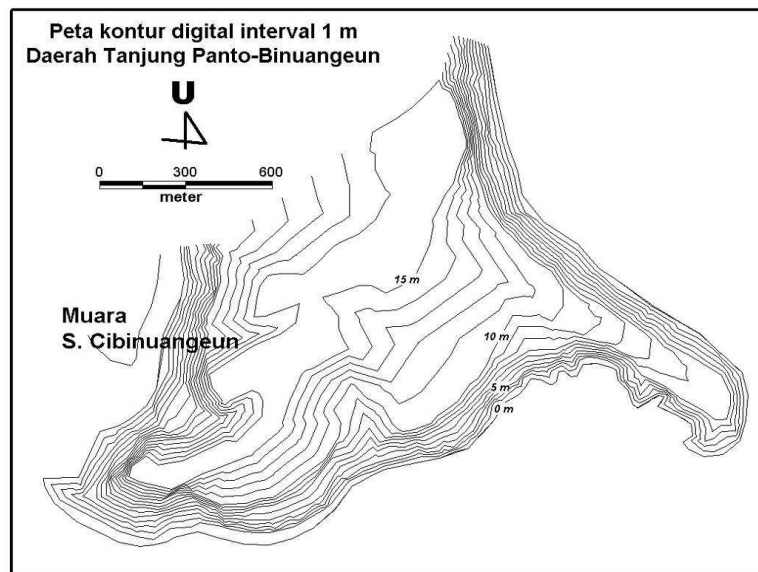
Penelitian ini adalah bagian dari kegiatan studi Sumberdaya air Pesisir dan Pulau Kecil, yang dapat terlaksana atas dukungan anggaran DIPA tahun 2008 Puslit Geoteknologi LIPI, untuk itu kami mengucapkan terima kasih pada DR. Ir. Iskandar Zulkarnaen, sebagai Ka. Puslit Geoteknologi-LIPI, yang telah mengizinkan kami untuk terlibat pada kegiatan tersebut. Selain itu juga rasa terima kasih kami ucapkan bagi rekan-rekan peneliti dan teknisi yang terlibat pada kegiatan studi Sumberdaya air Pesisir dan Pulau Kecil seperti rekan : Hendra Bakti ST, Sukristiyanti ST, Tania Puspita Firdausy S.Kom, Dadi Sukmayadi, Sunardi, atas semua dukungannya sehingga kegiatan studi Sumberdaya air Pesisir dan Pulau Kecil khususnya di tahun 2008 ini dapat berjalan lancar.



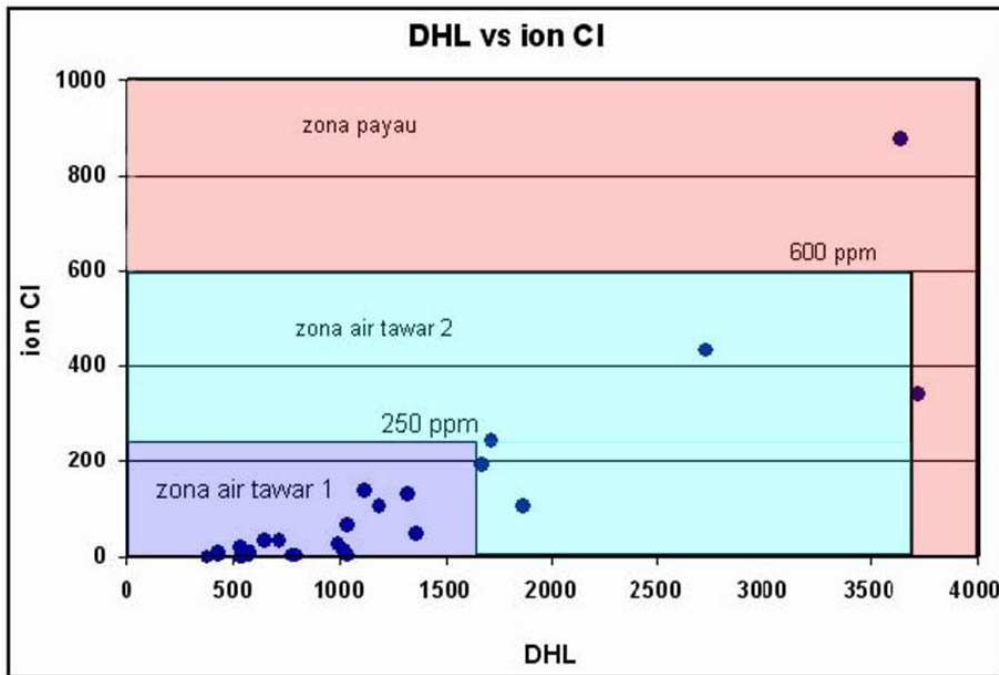
Gambar 1. Lokasi penelitian Tanjung Panto-Binuangeun, Banten Selatan



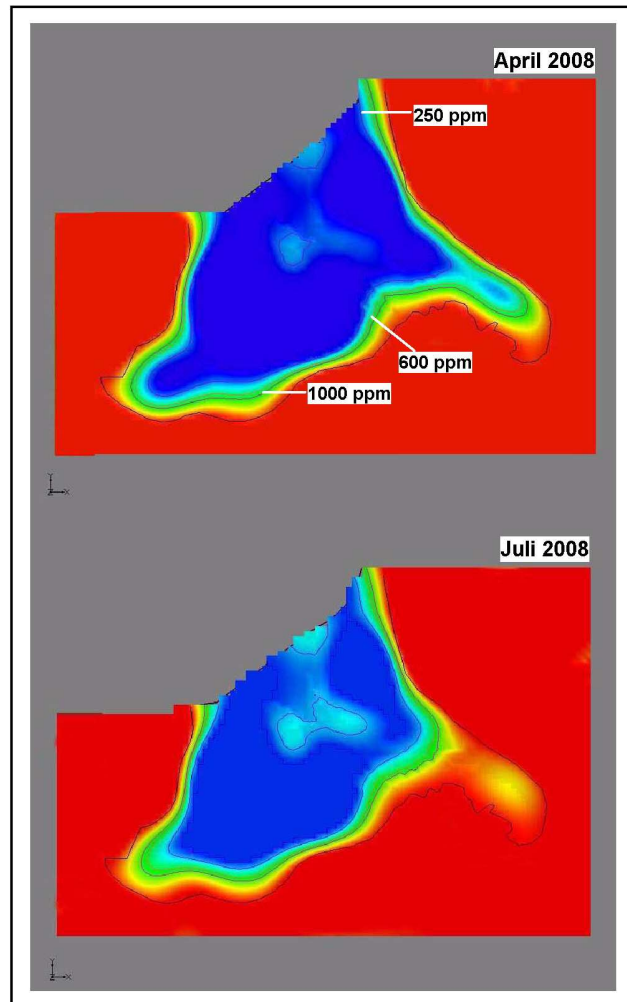
Gambar 2. Peta lokasi pengambilan contoh air.



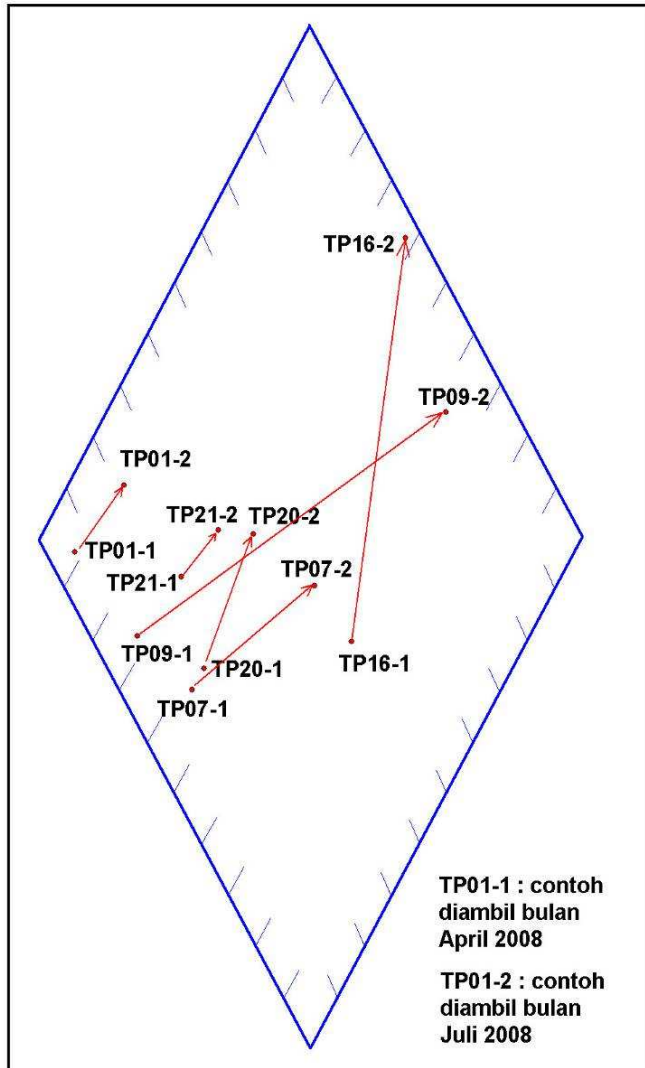
Gambar 3. Peta ketinggian digital interval 1 m daerah lokasi penelitian



Gambar 4. Grafik hubungan DHL (dalam $\mu\text{S/cm}$) dan ion Cl (dalam $\text{mg/l} = \text{ppm}$)



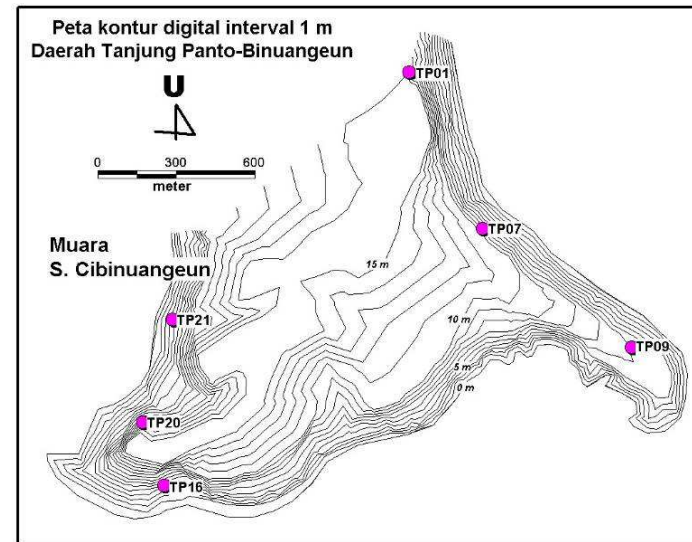
Gambar 5. Peta penyebaran ion Cl pada bulan April dan Juli 2008 di daerah penelitian



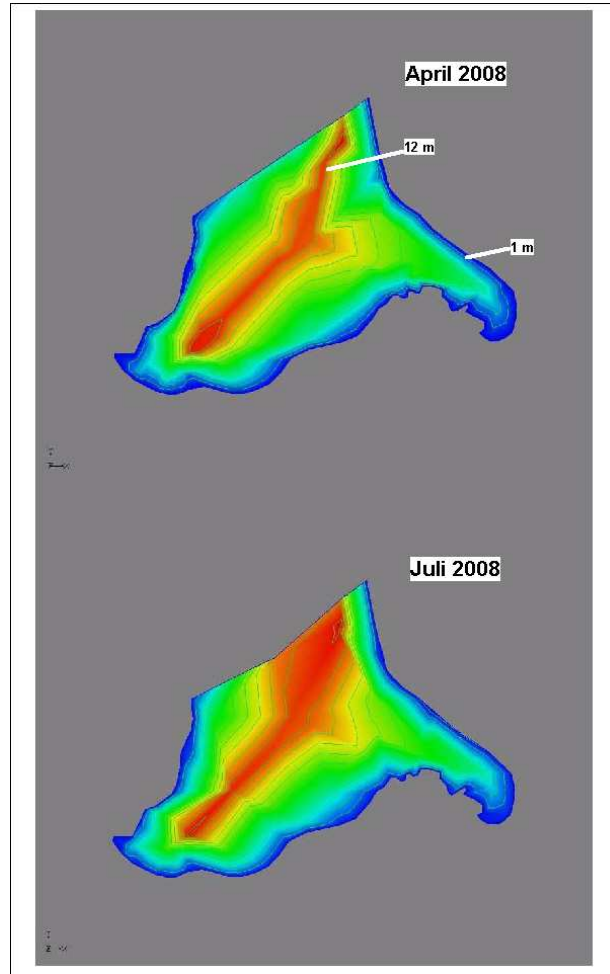
Gambar 6. Diagram Piper contoh air lokasi penelitian

Tabel 2. Fasies hidrokimia contoh air lokasi penelitian.

	1 (April 2008)	2 (Juli 2008)
TP01	Ca HCO ₃	Ca HCO ₃
TP07	Ca Na HCO ₃	Ca Na HCO ₃ Cl
TP09	Ca HCO ₃	Ca NaCl
TP16	Ca Na HCO ₃ Cl	Ca NaCl
TP20	Ca Na HCO ₃	Ca Na HCO ₃ Cl
TP21	Ca HCO ₃	Ca Na HCO ₃ Cl



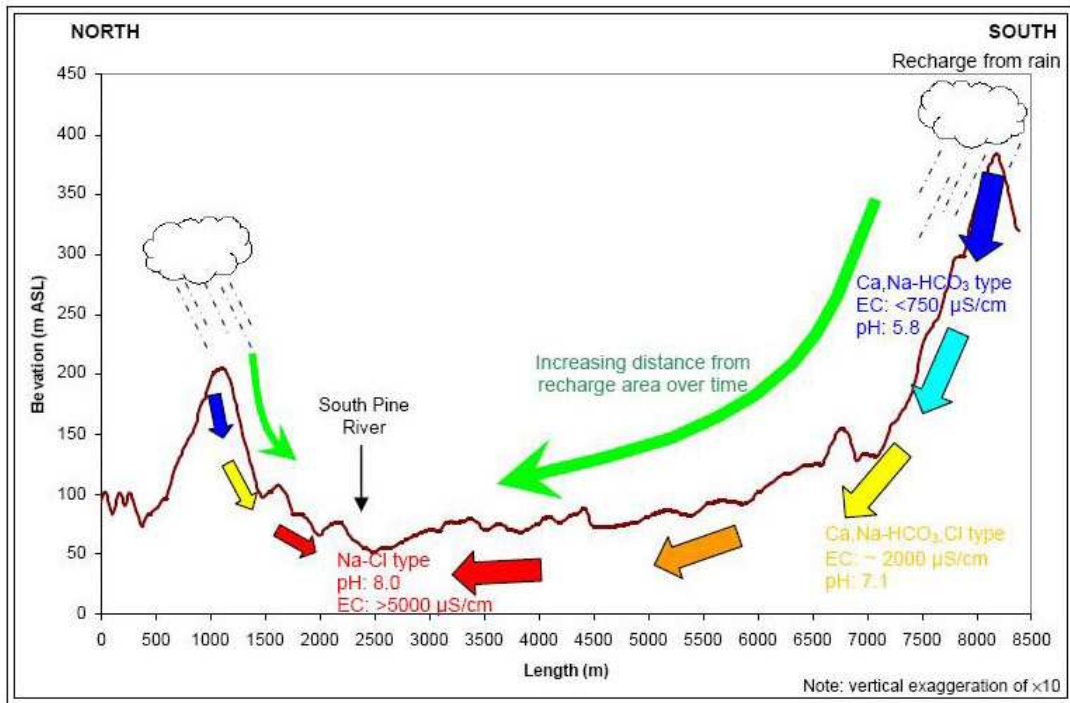
Gambar 7 . Lokasi contoh air yang digunakan pada Gambar 6.



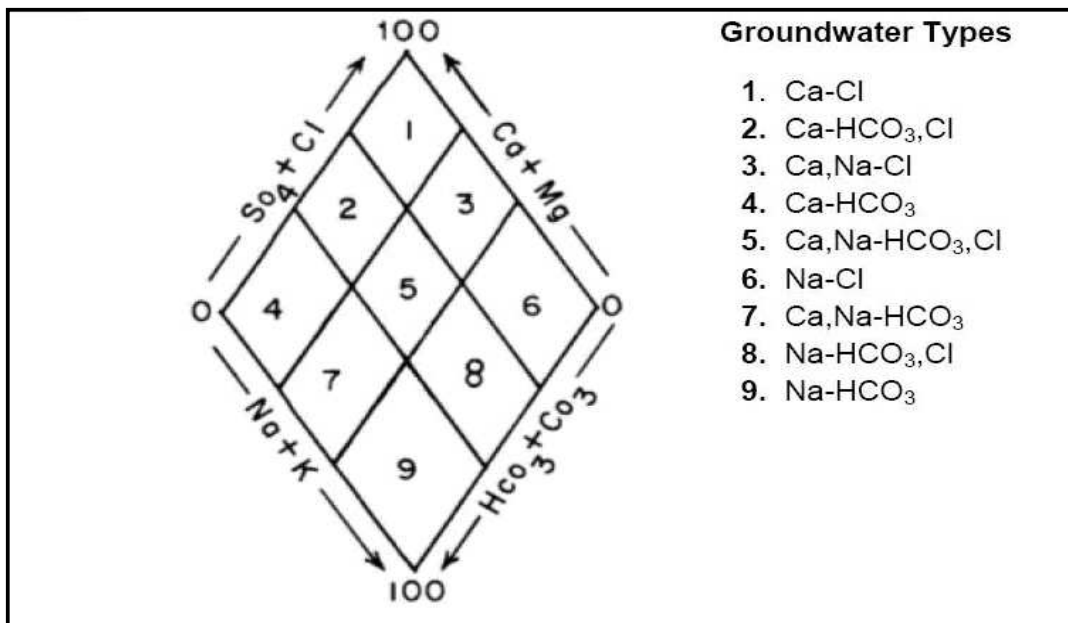
Gambar. 8. Perubahan muka air tanah bebas karena pengaruh waktu

1. Hasil analisa kimia contoh air dan pengamatan lapangan.

KOORDINAT X	KOORDINAT Y	PH	DHL	T	MAT	Eper	EMA	TDS	Na	K	Ca	Mg	HCO3	SO4	Cl	Kat	An	% error	CaCO ₃	NO3	NO2	SiO ₂	Fe	Mn	
			µS/cm	°C	m			(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mek/l)	(mek/l)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
598562	9244909	7.61	547	28.9	2.5	14	11.5	388	10.42	1.73	76.23	18.33	334.81	12.4	2.11	5.809	5.805	0.035	67.006	0.66	0.005	23.77	0.23	ttd	
598562	9244909	7.51	654	26.7	3.23		10.77	414	13.43	6.68	103.49	8.03	316.87	20.5	34.08	6.581	6.582	-0.01	292.215	0.58	0.004	11.76	0.71	ttd	
598564	9244765	7.75	574	33.2	2	15.6		13.6																	
598564	9244765	7.68	622	26.7	3.4			12.2																	
598696	9244662	7.46	681	32.8	1.5	7.2		5.7																	
598696	9244662	7.49	838	26.8	-			4.8																	
598783	9244557	7.26	718	32.5	1	2.8		1.8																	
598783	9244557	7.55	955	24.6	2			0.8																	
598853	9244418	7.59	571	31.5	-	0.8																			
598853	9244418	7.75	1190	24.8	-																				
598797	9244313	7.41	1080	31.5	3	8.2		5.2																	
598797	9244313	7.45	1710	25.9	3.3		4.9	920	157.42	5.69	77.62	64.1	430.73	51	241.97	16.14	14.948	3.835	461.31	0.74	0.012	18.5	0.43	ttd	
598843	9244311	7.48	1040	30.4	2	10.4		8.4	658	98.93	5.28	8	64.12	450.01	45	5.11	10.113	8.457	8.916	287.336	2.22	0.015	26.09	0.36	ttd
598843	9244311	7.84	1670	25.3	2.99		7.41	972	217	14.62	61.15	58.81	506.45	75	190.85	17.704	15.247	7.458	398.078	1.79	0.014	18.13	0.24	ttd	
598886	9244227	7.47	669	30.6	2	10.1		8.1																	
598886	9244227	7.61	683	26.9	3.13		6.97																		
599412	9243858	7.31	1020	29.5	1.5	6		4.5	552	67.56	3.16	8	90.82	502.22	22.5	9.86	10.89	8.978	9.623	398.657	0.66	ttd	21.44	0.13	ttd
599412	9243858	7.5	5060	24.6	1.88		4.12	1564	692.37	13.62	176.4	115.33	380.32	115	1402.9	48.758	48.205	0.57	921.863	0.56	0.004	5.39	0.51	ttd	
598690	9244001	7.54	651	31.3	3.5	10.9		7.4																	
598690	9244001	7.58	810	27	2.05			8.85																	
598373	9244193	7.24	1010	31.5	2.8	15		12.2																	
598373	9244193	7.4	1190	26.7	4		11	748	108.75	6.68	119.95	21.66	329.91	46	107.35	12.67	9.394	14.847	390.194	4.36	0.086	10.64	0.1	ttd	
598173	9244025	7.58	800	31.7	2.5	15.2		12.7	478	37.61	0.98	60.1	41.41	357.55	22.5	5.81	8.067	6.493	10.809	322.907	6.47	0.008	22.77	0.23	ttd
598173	9244025	7.66	958	26.1	4.03		11.17																		
598341	9243555	7.54	716	28.6	0.6	4.8		4.2																	
598341	9243555	7.77	1120	26.6	1.71		3.09	2030	86.21	7.67	82.32	25.07	254.2	49	136.32	10.117	9.033	5.664	310.333	1.55	0.252	6.52	0.35	ttd	
598243	9243400	7.57	20300	26	-																				
597817	9243411	7.58	2060	31.8	5	11.6		6.6																	
597817	9243411	7.56	1870	26.8	3.4		8.2	944	184.91	5.69	98.78	44.27	304.8	57.5	345.64	16.761	15.944	2.497	431.535	0.63	0.004	12.13	0.21	ttd	
597624	9243331	7.75	1950	29.8	3	4.5		1.5	1080	291.28	14.79	40.1	52.99	523.73	97.89	196.31	19.411	16.161	9.136	321.185	1.46	0.008	24.43	0.16	ttd
597624	9243331	7.58	13600	26.9	2.94		1.56	15572	734.58	59.25	270.48	468.5	241.74	340	3339.84	85.513	105.261	-10.352	2629.544	0.96	0.021	4.27	0.31	ttd	
597634	9243468	7.42	781	31.3	2	15.2		13.2	516	36.04	4.05	36	65.52	476.32	20	4.93	8.858	8.363	2.876	363.176	3.13	0.01	23.77	0.21	ttd
597634	9243468	7.61	930	25.9	2.98		12.22																		
597518	9243391	7.76	1080	31.2	3.7	11		7.3																	
597518	9243391	7.66	3650	26.5	3.8		7.2	2308	523.52	5.69	129.36	74.37	254.2	90	873.3	35.492	30.677	7.277	633.484	1.11	0.012	5.77	0.3	ttd	
597328	9243358	7.84	3730	23.5	2.24	2.7		0.46	2260	472.82	20.57	99.96	88.77	380.51	42	852.38	33.387	31.157	3.454	620.019	0.34	0.024	8.76	0.26	ttd
597542	9243573	7.03	1360	30.8	2.8	11.5		8.7	792	135.53	9.72	44	68.94	576.03	32.19	46.25	14.012	11.416	10.208	397.436	0.75	0.007	34.39	0.49	ttd
597542	9243573	7.42	1330	26.8	2.7		8.8	676	100.89	12.63	110.54	23.21	430.93	42	131.21	12.139	11.639	2.1	373.131	0.97	ttd	9.89	0.38	ttd	
597657	9243965	7.73	990	31	2.8	3.9		1.1	628	57.52	15.48	48.2	50.93	362.29	45.63	27.57	9.495	7.666	10.655	332.847	6.55	0.011	26.09	0.27	ttd
597657	9243965	7.44	1040	26.5	2.89		1.01	596	62.91	17.59	105.84	14.94	330.11	41	68.16	9.699	8.187	8.452	326.9	2.73	ttd	12.88	0.24	ttd	
597598	9243990	7.79	1190	27.2	-			572	114.66	18.85	87.02	22.21	367.48	36	107.35	11.641	9.801	8.582	310.159	3.94	0.002	14.38	0.3	ttd	
597780	9244182	7.89	701	31.1	3	9.1		6.1																	
597780	9244182	7.64	858	27.6	3.8			5.3																	
598229	9244366	7.43	754	31	3	14.4		11.4																	
598229	9244366	7.64	920	26.7	3.87		10.53																		



Lampiran 1. Hubungan fasies hidrokimia dengan pola aliran dalam kerangka genesa air tanah. (Jones, P. B.U, 2007).



Lampiran 2. Pembagian diagram Piper menjadi 9 jenis tipe menurut Sujatha & Reddy (2003).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, 46 hal.
- Anonim, 2002, Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia no 907/Menkes/SK /VII/ 2002 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air minum, 22 hal.
- Fitterman, D.V., and Deszcz-Pan, M., 2001, Saltwater Intrusion in Everglades National Park, Florida measured by airborne electromagnetic surveys, in First International Conference on Saltwater Intrusion and Coastal Aquifer–Monitoring, Modeling, and Management (SWICA-M3), Rabat, Morocco, 11 p.
- Freeze, R.A & Cherry, J.A (1979), Groundwater, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 604 p
- Hem, J.D. 1989, Study and Interpretation of Chemical Characteristics of Natural Water, USGS Water- Supply, Water Paper 2254, 3rd ed., USGS, Washington, 264 p
- Jones, P.B.U, 2007, Occurance and chemical character of groundwater within Stanford Valley, Southeast Queensland, thesis, Queensland University of Technology, 42 p.
- Kloosterman, F.H., 1989, Groundwater Flow Systems in the Northern Coastal Lowlands of West - and Central Java, Indonesia, Ph.D thesis, Vrije Universiteit te Amsterdam, Kanisius, Yogyakarta, 298 p.
- Macfarlane, P.A., Clark, J.F., Davidson M.L., Hudson, G.B., Whittemore, D.O., 2000, Late-Quaternary Recharge Determined from Chloride in Shallow Groundwater in the Central Great Plains, Quaternary Research 53, p. 167-174.
- Nance, H.S., 2003, Applications of Hydrochemistry to Evaluate Recharge and Flow Paths in Edwards-Trinity Aquifer System, Texas, in www.crrw.utexas.edu/gis/gishydro04
- Pannatier E.G., Broers H.P., Venema P. van Beusekom G., 2000, A new process-based hydro-geochemical classification of groundwater, TNO – report NITG 00-143-B, Netherlands Institute of Applied Geoscience, , 49 p.
- Seaber, P.R., 1965, Variations in Chemical Character of Water in Englishtown Formation New Jersey, USGS, profesional paper 498-B, 38 p.
- Sujatha, D., Reddy, B., 2003, Quality characterization of groundwater in the south-eastern part of the Ranga Reddy district, Andhra Pradesh, India, Environmental Geology 44: 579–586
- UNESCO, 1991, Hydrology and water resources of small islands : a practical guide, Falkland, A.(ed) IHP – UNESCO, Paris, France, 435 p.
- UNESCO, 2002, Enhancing Global Sustainability, Preparatory Committee for the World Summit on Sustainable Development (WSSD), 3rd Session, Unesco, New York, March 25, 2002.