

# STUDI PEMANFAATAN AIR TANAH DAN POTENSI INTRUSI AIR LAUT DI DAERAH PESISIR KOTA BALIKPAPAN

<sup>1\*</sup>Muhammad Evan Septiardi, <sup>2</sup>Mislan, <sup>3</sup>Adrianus Inu Natalisanto,

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Laboratorium Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

\*Email: 3vanstr@gmail.com

## ABSTRACT

Research on the quality of ground water has been performed through boreholes in the city of Balikpapan to find out an indications of the potential of sea water intrusion based on data. The study began with choosing the companies as groundwater user in two places, namely the coastal of manggar and the coastal of the city of Balikpapan. The next steps were to take the drill water samples and examine the quality. The examined were salinity, TDS (Total Dissolve Solid), conductivity and pH of water. The water categories were divided into 3 ie fresh water, with salinity value <1 ppt; brackish with salinity value between 1-3 ppt; and salt water with value > 3 ppt. After those steps the data were interpreted and then constructed to be the image of salinity contour.

**Keywords:** Intrusion of sea water, salinity, conductivity, TDS

## 1. PENDAHULUAN

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum (Widada, 2007)

Secara umum air dibagi menjadi dua yaitu air permukaan dan air tanah. Air permukaan adalah air yang berada di sungai, danau, waduk, rawa, dan badan air lain yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah. Adapun air yang berada di bawah permukaan tanah atau disebut air akuifer. Akuifer merupakan lapisan tanah yang bersifat porous dan permeabel (Effendi, 2003).

Balikpapan merupakan daerah perkotaan dengan populasi sebanyak 736.807 jiwa. Sebagian besar kota Balikpapan merupakan daerah pesisir dan

daerah industri. Dengan populasi penduduk dan industri yang banyak, kebutuhan akan air bersih di kota Balikpapan sangat besar karena digunakan untuk rumah tangga dan industri. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih tersebut sebagian besar menggunakan sumur bor. Karena itu, dapat diperkirakan bahwa sebagian besar air tanah kemungkinan telah tercemar oleh air laut seiring banyaknya pemompaan air tanah.

Penelitian yang diusulkan ini bertujuan mengidentifikasi kuantitas air tanah dan itu perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat salinitas air tanah pada daerah di sekitar pantai, diantaranya adalah dengan cara mendapatkan nilai dari TDS (Total Dissolved Solids), konduktivitas, pH dari beberapa sampel air yang diambil dari sumur bor.

## 2. TEORI

Air merupakan senyawa kimia yang sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup di bumi ini. Fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan dengan senyawa lain. Penggunaan air yang utama dan sangat vital bagi kehidupan adalah sebagai air minum. Hal ini terutama untuk mencukupi kebutuhan air di dalam tubuh manusia itu sendiri. Kehilangan air sebesar 15% dari berat badan dapat mengakibatkan kematian, kematian tersebut diakibatkan oleh dehidrasi. Karenanya orang dewasa perlu meminum air minimal sebanyak 1,5 liter sampai dengan 2 liter air sehari untuk keseimbangan air dalam tubuh dan membantu proses metabolisme<sup>[12]</sup>. Di dalam tubuh manusia, air diperlukan untuk transportasi zat – zat makanan dalam bentuk larutan dan melarutkan berbagai jenis zat yang diperlukan tubuh. Misalnya untuk melarutkan oksigen sebelum masuk pembuluh-pembuluh darah yang ada disekitar alveoli (Ricki)

Air laut memiliki berat jenis yang lebih besar dari pada air tawar, akibatnya air laut akan mudah mendesak air tanah. Secara alamiah air laut tidak dapat masuk jauh ke daratan sebab air tanah memiliki piezometric yang menekan lebih kuat dari pada air laut, sehingga terbentuklah interface sebagai batas antara air tanah dengan air laut. Keadaan tersebut merupakan keadaan kesetimbangan antara air laut dan air tanah. Meresapnya air laut atau air asin ke dalam air tanah disebut intrusi air laut. Kasus intrusi air laut merupakan masalah yang sering terjadi di daerah pesisir pantai, masalah ini selalu terkait dengan kebutuhan air bersih, dimana air bersih merupakan air yang layak untuk dikonsumsi. Rusaknya air tanah pada daerah pesisir ditandai dengan keadaan air yang tidak bersih dan rasanya asin (Sangkoro, 1979)

Selama ini intrusi air laut belum terlalu diperhatikan oleh masyarakat maupun pemerintah. Padahal, walaupun dampaknya tidak dirasakan secara langsung seperti halnya pencemaran udara dan suara,

untuk jangka panjang, rembesan air laut ke daratan akan menimbulkan kerugian yang sangat besar, baik dari segi lingkungan, kesehatan, bahkan ekonomi. Intrusi air laut dapat menyebabkan dampak yang sangat luas dalam berbagai aspek kehidupan, seperti gangguan kesehatan, penurunan kesuburan tanah, kerusakan bangunan dan lain sebagainya (Widada, 2007)

**Tabel 2.1** Lama pemompaan air tanah untuk macam-macam penggunaan

Pemanfaatan Sumur	Lama Pemompaan (Jam)	Lama Aktif
Peternakan dan Perumahan	4-6	2-4
Irigasi	24	6
Perkotaan	100	24
Industri	100	24
Penyelidikan	24	6
Pengujian Ulang	2 (uji dinamis)	2

Menurut Chandra (2006) dalam buku Pengantar Kesehatan lingkungan, air tanah merupakan sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi dan menyerap ke dalam lapisan tanah dan menjadi air tanah. Sebelum mencapai lapisan tempat air tanah, air hujan akan menembus beberapa lapisan tanah dan menyebabkan terjadinya kesadahan pada air. Kesadahan pada air ini akan menyebabkan air mengandung zat-zat mineral dalam konsentrasi tinggi. Zat-zat mineral tersebut antara lain kalsium, magnesium, dan logam berat seperti besi dan mangan.

Debit pemompaan diukur dengan beberapa alat, seperti penampung dengan pengukur waktu, sekat pengukur, pipa penampung dan pipa serta dengan meter air. Debit dinyatakan sebagai volume yang mengalir pada selang waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan m<sup>3</sup>/detik.

Perhitungan debit ditentukan dengan persamaan (2.1) (Jeffries, 1996).

$$Q = v \times A \quad (2.1)$$

Keterangan: Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/detik)  
v = Kecepatan Arus (m/detik)  
A = Luas Penampang Saluran Air (m<sup>2</sup>)

Pada perairan laut dan limbah industri, salinitas perlu diukur. Salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat di perairan. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/Kg atau promil (‰) (Boyd)

Ada dua cara menentukan salinitas air yaitu dengan menentukan Total Dissolved Solid (TDS) dan Electric Conductivity (EC). Pengukuran TDS amat sulit dilakukan dilapangan, sedangkan pengukuran EC sangat sederhana, cepat dan sangat berguna di lapangan (Anderson,1999). Hasil pengukuran menggunakan EC dinyatakan dalam  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (mikromhos/cm). Hasil pengukuran dalam  $\mu\text{S}/\text{cm}$  dapat dikonversikan ke mg/l dengan menggunakan grafik yang disajikan oleh Hansen dkk (1992). Air yang asin memiliki nilai TDS yang tinggi, hal ini terjadi karena banyak mengandung senyawa kimia, yang juga mengakibatkan tingginya nilai salinitas. Maka tingkat salinitas bisa ditunjukkan melalui nilai TDS<sup>[9]</sup>.

Tinggi atau rendahnya nilai TDS pada air sumur di sekitar pesisir pantai bergantung pada banyaknya air laut yang mencemari air tawar di daerah pesisir tersebut. Semakin banyak air laut yang mencemari air tawar akan menyebabkan garam-garam terlarut pada air tawar akan semakin banyak sehingga nilai TDSnya akan semakin besar.

Terminologi yang mirip dengan salinitas dan klorinitas, yang mencakup

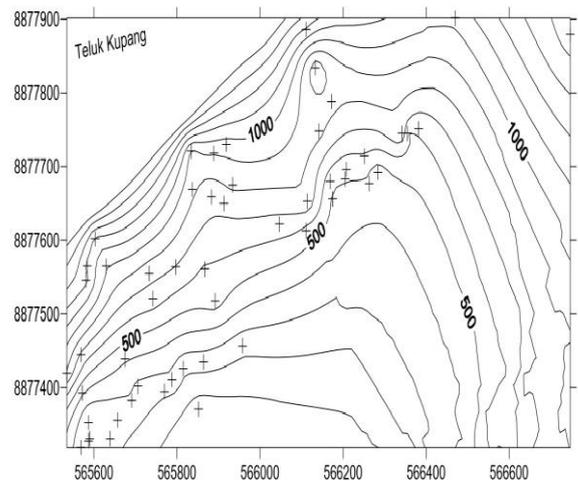
klorida, bromida dan iodida serta memiliki nilai yang lebih kecil daripada salinitas. Hubungan antara salinitas dan klorinitas dinyatakan dengan persamaan:

$$\text{Salinitas } (\text{‰}) = 0.03 + 1.805 (\text{‰}) \quad (2.2)$$

(Jeffries, 1996)

Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0.5 ‰, perairan payau antara 0.5‰ - 30‰, dan perairan laut 30‰ - 40‰. Pada perairan hipersaline, nilai salinitas dapat mencapai kisaran 40‰ - 80‰. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai.

Garis kontur (Gambar 1) pada peta menggambarkan distribusi keruangan sebaran salinitas di daerah pantai Pasir Panjang. Nilai garis kontur berangsur-angsur berubah dari tinggi kerendah dan sejajar garis pantai ditemukan pada sebelah kiri atau barat daerah tersebut (Judi, 2010).



**Gambar 1** Sebaran Sumur Bor di Daerah Pesisir Pantai Pasir Panjang, NTT (Judi, 2010).

### 3. Metode

Terdapat tahap penelitian yang dilakukan. Tahap pertama dilakukan studi pustaka tentang intrusi air laut, mencari peta geologi lembar Balikpapan, dan morfologi daerah penelitian. Tahap kedua penentuan lokasi sumur yang berada di pesisir pantai manggar dan pesisir kota.

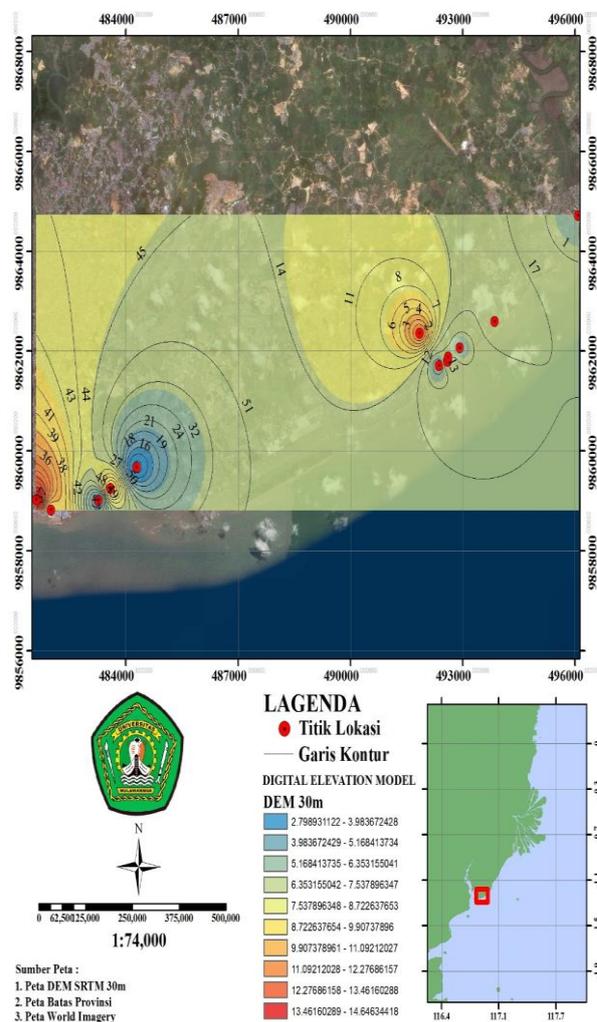
Tahap ketiga dicari nilai salinitas, konduktivitas, TDS (*Total Dissolved Solid*)

dan pH dari air yang langsung keluar dari pompa air.

Tahap keempat dicari nilai data sekunder yaitu nilai debit dari pemompaan air yang dilakukan dari masing-masing perusahaan.

Setelah didapatkan nilai tersebut, lalu di proses menggunakan *software Microsoft Office, Surfer, dan Google Earth*.

Tahap kelima di dapatkan nilai kontur salinitas dari perusahaan-perusahaan tersebut dengan di bagi dua tempat yaitu pesisir manggar dan pesisir kota serta dibuat sebaran salinitas berdasarkan kedalaman sumur bor dari data yang didapatkan.



**Gambar 2** Kontur dan Titik Sumur Daerah Penelitian (Sumber : Google Earth)

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Data kualitas air sumur bor yang diperoleh diambil di 12 titik berbeda yang terletak di daerah pesisir Manggar dan

daerah pesisir kota di Balikpapan. Adapun pengujian sampel dilakukan menggunakan alat *Water Checker* (Horriba Meter). Saat pengambilan data, air yang keluar dari pompa dibiarkan beberapa menit setelah itu air di tampung kedalam suatu wadah atau ember kemudian air tersebut digunakan untuk diuji kualitasnya. Parameter yang digunakan adalah salinitas, konduktivitas, TDS, pH dimana, setiap sumur yang di uji dilakukan *Tracking* menggunakan GPS untuk mengetahui koordinat dan elevasi.

**Tabel 1** Hasil Pengukuran Kualitas Air

No	Nama Perusahaan	Debit (m <sup>3</sup> /s)	Salinitas (ppt)	Konduktivitas (mS/cm)	TDS (gr/l)	pH	Kedalaman Sumur (m)
1	PT Pama Persada Nusantara	1	1.1	2.19	1.4	7.04	± 140
2	PT Thies Contract or Indonesia	2	0.2	0.411	0.266	6.57	± 75
3	PT Bhumi Pala Perkasa	2	0.3	0.674	0.431	6.41	± 100
4	PT Karya Agung Putra (Borneo Paradiso)	3.6	0.3	0.529	0.338	6.53	± 120
5	Batakan Housing Complex	2	0.5	1.11	0.713	6.00	± 60
6	PT Palm Court	2.5	0.1	0.311	0.202	6.18	± 50
7	PT Pantai Mentari	2.5	0.8	1.51	0.968	6.12	± 100
8	PT Surya Nusantara Jaya (Hotel Zurich)	2.5	0.4	0.747	0.478	6.5	± 100
9	PT Sinar Wisata Permai (Hotel Le Grandeur)	3	0	0.085	0.055	6.33	± 100
10	Swiss Bellhotel	2.5	0.1	0.278	0.181	6.55	± 100
11	PT Pandega Citra Kelola	2.5	0.1	0.113	0.086	6.18	± 140
12	Hotel Novotel	5	0	0.099	0.064	5.84	± 120

Menurut EPA SA Australia nilai salinitas terbagi menjadi, air bersih nilai berkisar 0-1 ppt, air payau yang berkisar dari 1-3 ppt dan air asin >3 ppt. Dari data diatas dapat dilihat bahwa salinitas dari kesemua sumur adalah normal sampai payau. Adapun nilai salinitas terendah terdapat pada Hotel Novotel dan Hotel Le Grandeur dimana nilai salinitas adalah 0 ppt. sedangkan nilai salinitas tertinggi

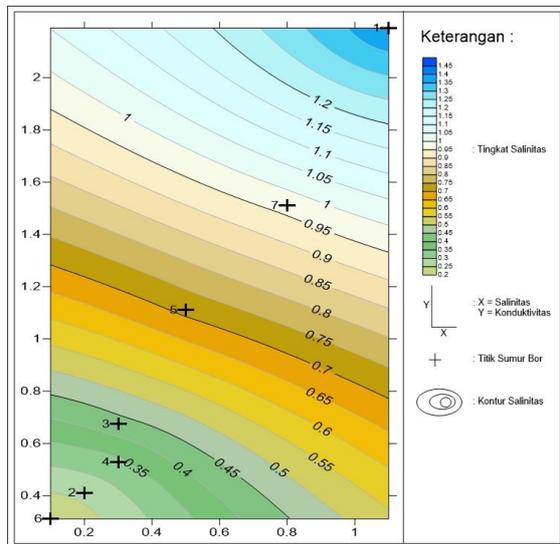
adalah di PT. Pama Persada Nusantara yaitu 1.1 ppt dimana nilai salinitas dalam kategori ini adalah payau.

Berikut ini adalah hasil pengukuran kualitas air tanah pada sumur bor di daerah pesisir manggar.

**Tabel 2** Kualitas air tanah pesisir manggar

No	Nama Perusahaan	Debit (m <sup>3</sup> /d)	Salinitas (ppt)	Konduktivitas (mS/cm)	TDS (gr/L)	PH
1	PT Pama Persada Nusantara	1.0	1.1	2.190	1.400	7.04
2	PT Thies Contractor Indonesia	2.0	0.2	0.411	0.266	6.57
3	PT Bhumi Pala Perkasa	2.0	0.3	0.674	0.431	6.41
4	PT Karya Agung Putra (Borneo Paradiso)	3.6	0.3	0.529	0.338	6.53
5	Batakan Housing Complex	2.0	0.5	1.110	0.713	6.00
6	PT Palm Court	2.5	0.1	0.311	0.202	6.18
7	PT Pantai Mentari	2.5	0.8	1.510	0.968	6.12

Pada daerah ini terdapat 7 titik sumur bor. Dimana salinitas terendah yaitu PT. Palm Court dengan nilai 0.1 ppt dan salinitas tertinggi yaitu PT. Pamapersada Nusantara.



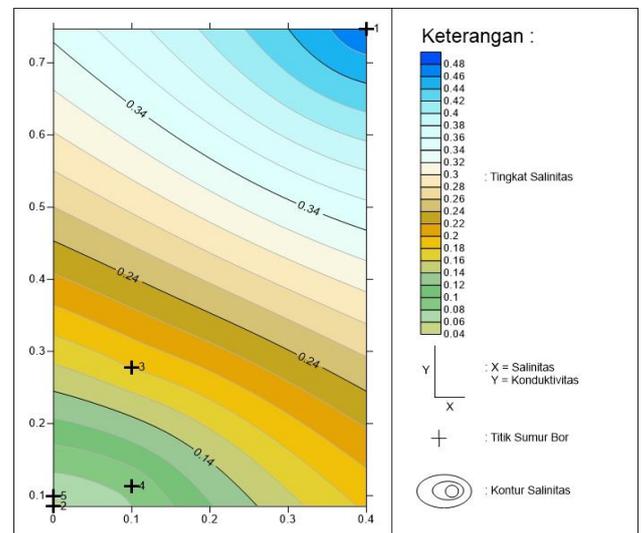
**Gambar 3** Kontur kualitas air tanah pesisir manggar

Berikut ini adalah hasil pengukuran kualitas air tanah pada sumur bor di daerah pesisir kota di Balikpapan.

**Tabel 3** Kualitas air tanah pesisir kota

No	Nama Perusahaan	Debit (m <sup>3</sup> /d)	Salinitas (ppt)	Konduktivitas (mS/cm)	TDS (gr/L)	PH
1	PT Surya Nusantara Jaya (Hotel Zurich)	2.5	0.4	0.747	0.478	6.5
2	PT Sinar Wisata Permai (Hotel Le Grandeur)	3.0	0	0.085	0.055	6.33
3	Swiss Bellhotel	2.5	0.1	0.278	0.181	6.55
4	PT Pandega Citra Kelola	2.5	0.1	0.113	0.086	6.18
5	Hotel Novotel	5.0	0	0.099	0.064	5.84

Dari hasil pengukuran kualitas air tanah yang dilakukan di pesisir kota, salinitas tertinggi terdapat pada Hotel Zurich dengan nilai 0.4 ppt dan nilai salinitas terendah adalah Hotel Le Grandeur dan Hotel Novotel yaitu 0 ppt.



**Gambar 4** Kontur kualitas air tanah pesisir Kota

Penelitian ini dilakukan di Kota Balikpapan, yaitu di daerah pesisir kelurahan Manggar dan di pesisir kota. Terdapat sumur bor sebanyak 12 titik, dimana terdapat 7 titik di pesisir Manggar dan 5 titik pada daerah pesisir Kota. Penelitian dilakukan untuk menguji kualitas air tanah dengan menggunakan alat *Water Checker* dengan tujuan mengetahui nilai TDS, Konduktivitas, salinitas dan PH disetiap sumur.

Dari hasil pengukuran kualitas air pada ke-12 titik sumur bor tersebut, nilai TDS tertinggi adalah PT Pamapersada Nusantara dengan nilai 1.4 gr/L yang diikuti nilai konduktivitas 2.19 mS/cm dan

dengan nilai salinitas yang cukup tinggi yaitu 1.1 ppt. Adapun penyebab tingginya nilai salinitas pada sumur ini dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu, pompa air tanah yang rusak; air telah terendapkan dalam suatu wadah tertutup; casing sumur bor yang telah rusak sehingga memicu masuknya air laut masuk melalui casing tersebut; intrusi air laut; serta dapat disebabkan oleh batuan sekitar. Sedangkan untuk nilai TDS terendah adalah Hotel Le grandeur dengan nilai 0.055 gr/L yang diikuti nilai konduktivitas sebesar 0.085 mS/cm dan dengan nilai salinitas sebesar 0 ppt.

Nilai salinitas tersebut menggambarkan total kandungan garam dalam suatu larutan, artinya semakin tinggi nilai salinitas maka akan semakin tinggi pula kadar garamnya. Nilai konduktivitas pada air menunjukkan bahwa air tersebut memiliki sifat kelistrikan, jadi semakin tinggi kadar garam maka akan tinggi pula nilai konduktivitasnya. Sedangkan TDS merupakan total dari padatan yang terlarut dalam air.

Untuk menggambarkan dalam 3 dimensi, dapat dilihat pada gambar 4.1 yaitu daerah pesisir manggar dan gambar 4.2 untuk gambar pesisir kota. Dimana digambarkan TDS sebagai sumbu X, Konduktivitas sebagai Sumbu Y dan salinitas sebagai sumbu Z. Pada gambar tersebut dapat dilihat perbedaan warna untuk menggambarkan perbedaan tingkat salinitas pada setiap sumur. Untuk gambar 4.1 nilai salinitas tertinggi digambarkan dengan warna merah dengan nilai > 1 ppt. Sedangkan untuk gambar 4.2 nilai salinitas tertinggi digambarkan warna merah dengan nilai salinitas sebesar 0.4 ppt.

Berdasarkan CAT Balikpapan adapun sumur bor yang diteliti termasuk kedalam kategori potensi airtanah sedang pada akuifer dangkal dan akuifer dalam, dimana daerah yang diteliti termasuk sepanjang lamaru hingga klandasan.

Dari keseluruhan sumur, dapat dikatakan bahwa salinitas pada air sumur tersebut dapat dikatakan normal. Hal ini

dapat dibuktikan dari hasil pengujian kualitas air pada sumur-sumur tersebut nilai tertinggi hanya sebesar 1.1 ppt dan ini hanya dikategorikan air payau. Oleh karena itu, sumur-sumur tersebut belum terdapat potensi terintrusi oleh air laut.

## 5. Kesimpulan

1. Dari keseluruhan sumur bor, salinitas terendah hotel Le Grandeur dengan nilai salinitas sebesar 0 ppt, nilai konduktivitas sebesar 0.085 mS/cm dan nilai TDS sebesar 0.055 gr/L, sedangkan salinitas tertinggi terdapat pada PT. Pamapersada Nusantara yaitu 1.1 ppt nilai konduktivitas 2.19 mS/cm dan TDS 1.4 gr/L, nilai salinitas menunjukkan total kadar garam yang terlarut dalam air dan konduktivitas menunjukkan kemampuan air menghantarkan listrik jadi semakin besar salinitas semakin besar pula konduktivitasnya.
2. Berdasarkan EPA SA Australia, nilai dari kedua belas sumur bor tersebut adalah termasuk kategori air tawar sampai payau dimana, ada satu sumur bor yang nilai salinitasnya antara 1 ppt sampai 3 ppt. Berdasarkan kategori tersebut, secara penelitian yang telah dilakukan sumur-sumur bor tersebut hanya ada satu sumur yang memiliki potensi terintrusi air laut yaitu PT. Pamapersada Nusantara.

## 6. Daftar Pustaka

Anderson, Helen dan Cummings, David. 1999. *Measuring The Salinity of Water*. Landcare Notes. Department of Sustainability and Environment, State Of Victoria, Australia.

Boyd, C. E. *Water Quality in Warmwater Fish Pond*. Forth Printing. Alabama, USA: Agricultural Experiment Station, Auburn University.

Chandra Budiman. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. (Jakarta: EGC. 2006)

Effendi, Hefni. 2003 *Telaah Kualitas Air*. Kanusius: Yogyakarta.

Hafizul Amri, Ardian Putra. 2014. Estimasi Pencemaran Air Sumur Yang Disebabkan Oleh Intrusi Air Laut Di Daerah Pantai Tiram, Kecamatan Ulakan Tapakis, Kabupaten Padang Pariaman. Jurnal Fisika. Universitas Andalas.

Jeffries, M. and D. Mills. 1996. *Fresh Water Ecology, Principles and Applications*. John Willey and Sons. Chichester UK.

Judi K. Nasjono. 2010. Pola Penyebaran Salinitas Pada Akuifer Pantai Pasir Panjang, Kota Kupang, NTT, Jurnal Bumi Lestari. Universitas Nusa Cendana.

Lanjar, Sudarto. 2012. Prediksi Penurunan Muka Air Tanah Akibat Pemompaan Di Daerah Jogonalan Klaten Jawa Tengah, Seminar Nasional Informatika, Jogjakarta: UPN

Nurrohim, A. 2012. Kajian Intrusi Air Laut di Kawasan Pesisir Kecamatan Rembangan Kabupaten Rembang, Jurnal Unnes. Vol.1 No.1, Unnes.

Ricki M, Mulia. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Sangkoro, Djoko., 1979. Teknik Sumber Daya Air. Jakarta. Erlangga.

Widada, S. 2007. Gejala Intrusi Air Laut di Daerah Pantai Kota Pekalongan. Jurnal Ilmu Kelautan, Vol 12, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP.