

POLA SEBARAN TIPE AIR BERDASARKAN KANDUNGAN ION UTAMA PADA AIRTANAH DANGKAL DI INDRAMAYU, JAWA BARAT

THE DISTRIBUTION PATTERN OF WATER TYPE BASED ON MAJOR IONS CONTENT ON SHALLOW GROUNDWATER IN INDRAMAYU, WEST JAVA

Anna Fadliah Rusydi, Sudaryanto Martosuparno, dan Rizka Maria

Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI

ABSTRAK Topografi daerah Indramayu merupakan dataran rendah hingga pantai, yang secara geologi terbentuk akibat endapan sungai. Indramayu merupakan daerah sub-urban yang diprediksi akan berkembang menjadi wilayah urban seiring dengan perkembangan Ibu Kota Jakarta. Perkembangan wilayah akan berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih yang saat ini salah satu sumbernya berasal dari airtanah dangkal. Kondisi airtanah dangkal di lokasi ini merupakan hal yang menarik untuk dikaji karena datarannya terbentuk pada lingkungan laut, sehingga memungkinkan airtanah tercemar oleh airlaut yang terjebak di kala pembentukan daratan. Analisis kualitas airtanah dangkal telah dilakukan terhadap 33 conto yang diambil mulai dari Jatibarang hingga pantai utara Indramayu. Dari hasil analisis kimia air di laboratorium dilakukan pembahasan khusus untuk ion-ion utama yang dihubungkan dengan kondisi lingkungannya. Kandungan TDS, Cl⁻, dan Ca²⁺ menunjukkan klasifikasi airtanah di wilayah penelitian didominasi oleh tipe air tawar, agak payau, air

agak asin. Klasifikasi tersebut secara geologi berada pada dataran endapan banjir dengan susunan batuan lempung pasir, pasir lempungan, dan endapan.

Kata kunci: Indramayu, delta, airtanah, ion utama, TDS, konduktivitas.

ABSTRACT Indramayu is located at lowland and coastal zones, which had been geologically formed from river deposits. Indramayu is a sub-urban, which is predicted to develop into an urban area, along with the growth of Jakarta as the capital city. The regional development will cause an increasing demand for clean water, which one of the primary current sources is shallow groundwater. The shallow groundwater conditions in this location are an interesting subject to study, due to its terrain was formed from a marine environment. Therefore, groundwater might be contaminated by seawater trapped in land formation. This paper deliberates on classification and seawater contamination of shallow groundwater. Groundwater quality analysis has been done for 33 samples taken from Jatibarang region to north coast of Indramayu. Moreover, we analyzed in detail and extensive on major ions in the samples associated with environmental conditions. The contents of TDS, Cl⁻, and Ca²⁺ were indicated that the groundwater is dominated by freshwater, slightly brackish, and somewhat saline. That classified groundwater is located in river deposition, which consists of sandy loam, loamy sand, and sediments.

Keywords: Indramayu, delta, groundwater, major elements, TDS, conductivity.

Naskah masuk : 08 Agustus 2017
Naskah direvisi : 28 November 2017
Naskah diterima : 30 November 2017

Anna Fadliah Rusydi
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI
Kompleks LIPI Gd. 70, Jl Sangkuriang Bandung 40135
Email : anna.rusydi@gmail.com

PENDAHULUAN

Pesisir Indramayu merupakan dataran rendah yang terletak di bagian utara Jawa Barat dan secara fisiografi termasuk kedalam Zona Dataran Pantai Jakarta (van Bemmelen, 1949). Zona Dataran Pantai Jakarta menempati bagian utara Jawa yang membentang barat-timur mulai Serang, Jakarta, Subang, Indramayu, dan Cirebon. Secara geologi, dataran rendah Indramayu terbentuk dari endapan sungai, delta, pantai, dataran banjir dan pematang pantai yang terbentuk kala Holosen (Achdan dan Sudana, 1992). Bentuk (morfodinamika) geometri delta Cimanuk dalam klasifikasi delta oleh Coleman dan Wright (1975) dalam Solihuddin (2009), bertipe telapak kaki burung (*birdfoot-type delta*) atau menjari yang menunjukkan bahwa proses *fluvial* lebih dominan dibandingkan dengan proses laut. Groen, et al., (2000) menuliskan bahwa bentuk hasil endapan delta merupakan salah satu dataran yang memungkinkan terdapatnya airlaut yang terjebak dikala pembentukan dataran. Penyebaran dataran rendah sebagai endapan delta meliputi seluruh daerah Indramayu bagian utara dan dataran banjirnya meliputi 50% dari luasan wilayah Indramayu.

Kabupaten Indramayu mempunyai luas wilayah 2.099,2 km² dengan jumlah penduduk pada akhir tahun 2015 adalah 1.718.405 jiwa dan tingkat laju pertumbuhan 0,65% per tahun (BPS, 2016). Jumlah penduduk di tingkat kecamatan tahun 2015 tertinggi terletak di Kota Indramayu, yakni 111.009 jiwa. Wilayah ini merupakan daerah sub-urban yang akan berkembang menjadi wilayah urban seiring dengan perkembangan Ibu Kota Jakarta dan merupakan daerah penyangga untuk industri maupun permukiman. Salah satu sumber air bersih di daerah tersebut adalah airtanah yang dimanfaatkan dengan cara membangun sumur pantek dan sumur bor.

Siklus hidrologi airtanah di wilayah dataran rendah pesisir berhubungan dengan karakteristik lingkungannya yang kompleks dan dinamis terhadap interaksi dengan air permukaan dan airlaut (Eleonora et al., 2009). Peristiwa ini disebut juga dengan *diffusion process*, yakni pencampuran airlaut dengan airtawar atau transisi (Barlow, 2013). Oleh sebab itu, kualitas airtanah secara kimiawi akan berubah karena pengaruh lingkungan dan metoda analisis kimia air dapat mengidentifikasi airtanah yang telah tercemar

airlaut atau belum, serta dampaknya (Panno et al., 2006; Kennedy, 2012). Analisis lingkungan dan tipe air dapat digunakan sebagai penjejak apakah telah terjadi pencemaran atau belum oleh airlaut dan penentu genesa air yang bersangkutan. Disamping itu kualitas airtanah yang berada di wilayah pantai umumnya menunjukkan kandungan Cl⁻ yang cukup tinggi, karena airlaut mempunyai kandungan klorida 19.000 mg/L (Antoni 2006; Notodarmojo 2005; Effendi, 2003). Demikian juga dengan kandungan Na⁺ airlaut yang tinggi (sekitar 10 mg/L) karena kontak secara terus menerus sehingga terjadi pelepasan kation menggantikan kation Ca dalam airtawar sehingga tipe air menjadi Na-HCO₃ (Appelo et al., 1991).

Dari uraian diatas, berdasarkan kondisi lingkungan di dataran rendah Indramayu, yang merupakan endapan aluvial, serta bukti di lapangan yang menunjukkan bahwa airtanah dangkal di lokasi penelitian banyak yang bersifat payau, maka perlu penelitian guna mengetahui sejauh mana interaksi atau pencampuran airlaut terhadap airtawar. Untuk itu, telah dilakukan pengambilan conto airtanah tidak tertekan, analisis lingkungan kimia air dan tipe air yang digunakan sebagai pejejak pencemaran airlaut terhadap airtanah.

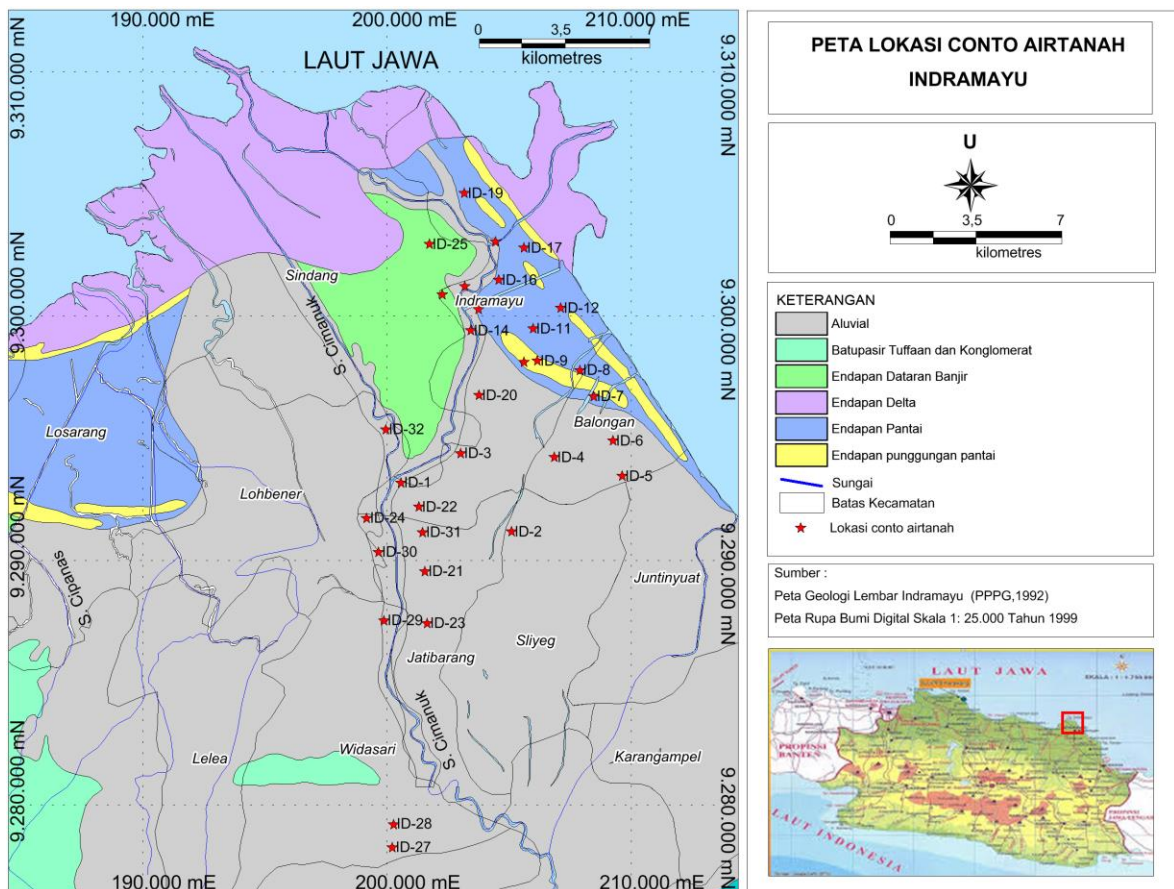
LOKASI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kota Indramayu dan sekitarnya yang secara administrasi masuk wilayah Kabupaten Indramayu, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan peta Rupa Bumi Indonesia secara geografi terletak pada koordinat 108°00'00" – 108°30'00" BT dan 6°10'00" – 6°30'00" LS. Secara administratif Kabupaten Indramayu di sebelah utara, selatan, barat, dan timur secara berurutan dibatasi oleh Laut Jawa, Kabupaten Majalengka, Kabupaten Subang, dan Kabupaten Cirebon. Ditinjau dari keadaan topografi daerah Indramayu merupakan dataran rendah hingga pantai.

Geologi dan hidrogeologi

Geologi wilayah Indramayu (Gambar 1) secara umum dibentuk oleh enam formasi batuan yang dominan dengan urutan stratigrafi dari tua ke muda adalah sebagai berikut (Achdan dan Sudana, 1992) :

- (i) Qav terdiri dari konglomerat batu pasir konglomeratan, batu pasir tufan dan tuf;



Gambar 1. Peta geologi dan titik-titik pengambilan contoh airtanah.

(ii) Qad adalah endapan delta yang tersusun dari lanau dan lempung coklat yang mengandung sedikit moluska, ostrakoda, foraminifera plangton dan bentos. Satuan ini memiliki tebal lebih kurang 125 meter dan digunakan sebagai daerah tempat budidaya/tambak dan sebagian hutan bakau;

(iii) Qa adalah endapan sungai/aluvial yang terdiri dari pasir, lanau dan lempung berwarna coklat, berumur Holosen. Satuan ini memiliki tebal lebih kurang 50 meter dengan daerah penyebarannya melampar terutama di sepanjang Sungai Cimanuk;

(iv) Qac adalah endapan pantai yang tersusun dari lanau, lempung dan pasir serta pecahan moluska berwarna abu-abu kehitaman, dan berumur Holosen. Satuan dengan tebal lebih kurang 130 meter ini berbatasan dengan tanggul-tanggul pantai dengan penyebaran di pantai bagian tengah dan Timur dan merupakan daerah pesawahan dan tambak garam;

(v) Qbr atau endapan pematang pantai, tersusun dari pasir kasar sampai halus dan lempung, banyak

mengandung moluska, berumur Holosen. Penyebaran satuan ini membentuk pematang-pematang di daerah pantai dengan bentuk yang sejajar satu sama lain dan merupakan daerah pemukiman dan lokasi jalur jalan/jalan raya. Tinggi pematang ada yang mencapai 5 meter dari muka laut, pematang pantai ini;

(vi) Qaf adalah endapan dataran banjir dengan susunan batuan dari lempung pasiran, pasir lempungan, lempung humusan berwarna coklat keabu-abuan berumur adalah Holosen. Tebal satuan ini lebih kurang 120 meter.

Hidrogeologi wilayah Indramayu merupakan daerah yang mempunyai aquifer dengan aliran melalui ruang antar butir dan termasuk aquifer yang produktif dengan penyebaran yang luas (Sutrisno, 1985). Pada airtanah dangkal atau bebas mempunyai cadangan airtanah sekitar 370 liter/detik (Saputra *et al.*, 2016) dan akuifer ini melampar di daerah dataran yang saat ini dimanfaatkan melalui sumur gali atau sumur bor pantek. Batuan penyusun akuifer bebas umumnya terdiri dari alluvium endapan sungai yang tersusun

Tabel 1. Lokasi titik-titik conto airtanah dangkal di Kota Indramayu dan sekitarnya.

No	Kode	Lokasi	pH	DHL μS/cm	No	Kode	Lokasi	pH	DHL μS/cm
1	ID-1	Ds. Loh bener, Kec. Jatibarang	6,7	1600	18	ID-18	Ds Brondong. Kec. Pasekan.	7,2	1880
2	ID-2	Ds. Malangsemirang, Kec. Jatibarang	6,7	1720	19	ID-19	Ds Pabean Ilir. Kec. Pasekan	7,0	9200
3	ID-3	Ds. Plumbon kec. Indramayu	6,9	635	20	ID-20	Ds. Pekandangn Kec Indramayu	7,2	1260
4	ID-4	Gelar Mandala, Kec. Balongan	7,2	920	21	ID-21	Ds. Jatisawit Lor. Kec. Jatibarang	7,1	843
5	ID-5	Ds. Tegal Sembadra. Kec. Balongan	7,2	1690	22	ID-22	Ds Lobener Lor. Kec. Jatibarang	7,1	1400
6	ID-6	Ds Suka Urip. Kec. Balongan.	7,4	920	23	ID-23	Ds Pawidean. Kec. Jatibarang	6,9	1390
7	ID-7	Ds. Kalimanggis, Balongan	7,0	4390	24	ID-23B	Ds Pawidean. Kec. Jatibarang	7,1	1050
8	ID-8	Ds Kepolo Singaraja	7,0	2100	25	ID-24	Ds Lohbener dekat warnet	7,0	1250
9	ID-9	Ds Singaraja Kec. Indramayu	7,0	1760	26	ID-25	Ds. Pagirikan. Kec. Pasekan.	6,8	11400
10	ID-10	Karanganyar, Kec. Indramayu	7,0	3970	27	ID-26	Ds Wanantara Timur. Kec. Sindang	7,4	1370
11	ID-11	Ds, Margadadi, Kec. Indramayu	6,9	5170	28	ID-27	Ds. Wanasari. Kec. Bangodua.	7,3	491
12	ID-12	Ds. Tambak, Kec Indramayu	7,1	2050	29	ID-28	Ds. Wanasari. Kec. Bangodua.	6,9	1980
13	ID-13	Kel Gumiwang. Kec Indramayu	7,3	1570	30	ID-29	Ds Leuwigede. Kec. Widasari.	7,0	1790
14	ID-14	Ds Sindang Kln Mar'ali. Sblh gor	7,3	10500	31	ID-30	Dslegok. Kec Lohbener	7,2	1380
15	ID-15	Ds Babadan. Kec Indramayu	7,0	2080	32	ID-31	Ds Kalimati	7,1	1700
16	ID-16	Ds. Pabean Udik I. Ke Indramayu	6,9	3420	33	ID-32	Ds Arahan. Kec Arahan	7,0	487
17	ID-17	Ds Bondol, Kec Pasekan	6,9	4240					

dari bahan-bahan lempung, lanau dengan selingan pasir dengan konduktivitas rendah hingga sedang.

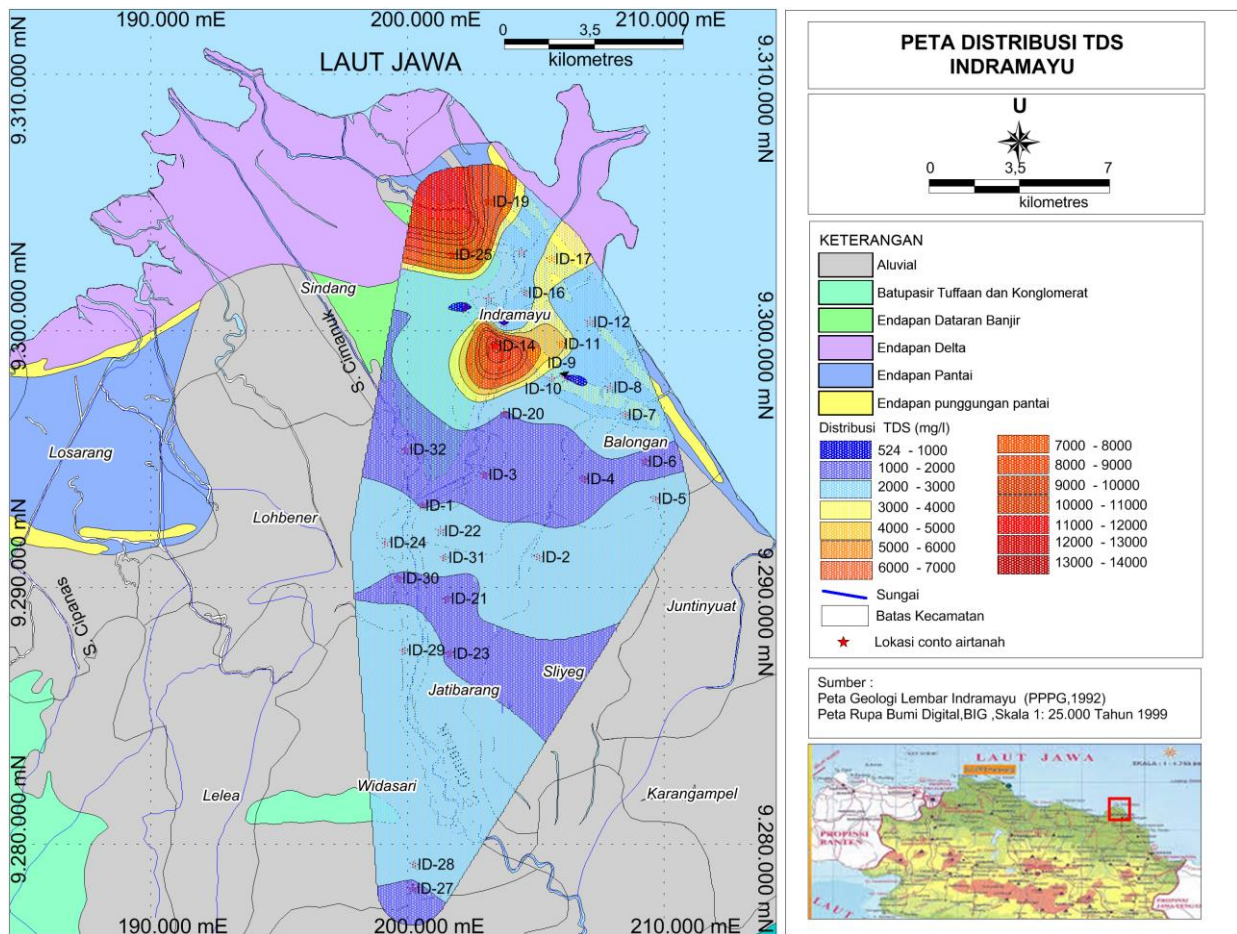
METODE

Analisis hidrokimia merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mempelajari kualitas airtanah. Teknik ini dapat digunakan untuk menentukan sejauhmana interaksi antara airtanah dengan air permukaan dan atau dengan airlaut. Informasi tersebut merupakan hal yang penting untuk dipahami, khususnya bagi daerah pesisir. Untuk menentukan sejauhmana telah terjadi interaksi airtanah dengan airlaut, dilakukan pengukuran dan pengambilan conto airtanah terhadap airtanah tidak tertekan (bebas) dan yang tersebar di wilayah Kota Indramayu dan sekitarnya.

Conto air yang dikumpulkan berasal dari 32 sumur gali dan 1 sumur bor. Conto air dari sumur gali diambil dari bagian atas, tengah, dan bawah sumur

dengan menggunakan vertical *water sampler* yang terbuat dari *fiber glass* bervolume 600 ml. Pengambilan dari tiga bagian ini bertujuan untuk menjaga homogenitas conto. Selanjutnya, conto air dimasukkan ke dalam botol *polyetilen* 500 ml yang sebelumnya telah dibilas dengan air dari sumur tersebut yang diambil dan diberi pengawet.

Temperatur, pH, dan konduktivitas/daya hantar listrik (DHL) conto airtanah diukur langsung di lapangan menggunakan alat ukur Horiba. Conto airtanah untuk analisis padatan terlarut (TDS) dan ion utama, yaitu ion natrium (Na^+), kalium (K^+), kalsium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), sulfat (SO_4^{2-}), klorida (Cl^-), dan bikarbonat (HCO_3^-) dianalisis di laboratorium dengan metode *spektrofotometri serapan atom (AAS)* untuk natrium, kalium, kalsium, dan magnesium; *turbidimetri* untuk sulfat; *titrimetri argentometri* untuk klorida dan *gravimetri* untuk TDS.



Gambar 2. Sebaran nilai TDS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan dan pengambilan conto airtanah dangkal secara acak pada sumur gali di dataran rendah Indramayu telah dilakukan pada bulan September 2016 di 33 titik (Tabel 1), titik tersebut tersebar di Wilayah Kota Indramayu dan sekitarnya (Gambar 2). Dari 32 titik sumur, elevasi muka airtanah berkisar antara -0,4 m hingga 3,2 meter dari muka tanah, dengan ketebalan air berkisar antara 1,2 m hingga 12 m. Parameter dasar yang di ukur di lapangan yaitu; temperatur berkisar antara 21,70°C hingga 30,10 °C, pH berkisar antara 6,7 hingga 7,4 DHL berkisar antara 487 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hingga 11.400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Klasifikasi airtanah

DHL merupakan parameter lapangan yang dapat digunakan sebagai indikator awal terjadinya kontaminasi airtanah oleh airlaut. Jika nilai DHL dibawah 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, maka mengindikasikan status normal belum terkontaminasi (Carreira *et*

al., 2004). Dari 33 titik terdapat 6 titik satus normal dan 27 titik dengan indikasi terkontaminasi garam (airlaut). Dalam mempelajari lebih lanjut pengaruh airlaut terhadap airtanah maka perlu dilakukan analisis terhadap parameter lainnya, yakni TDS dan ion utama.

Nilai TDS berhubungan erat dengan nilai DHL. Dalam literatur dituliskan bahwa nilai TDS dapat diperkirakan melalui perkalian nilai DHL dengan bilangan 0,55-0,75 (McNeil and Cox, 2000; Canadian Water Quality Guidelines, 1987 dalam Effendi, 2003; Thirumilini, 2009). Dalam penelitian ini nilai TDS diperoleh melalui analisis laboratorium dengan nilai terendah 527 mg/L dan tertinggi 14.184 mg/L. DHL dan TDS dapat bersumber dari batuan, limbah dari aktivitas manusia, maupun air laut (Appelo and Postma, 2005; Marandi, 2013; Carreira, 2014; Rusydi, 2015). Lokasi penelitian yang berada di wilayah pesisir menjadikan air laut sebagai salah satu sumber utama kandungan parameter tersebut. Hal

Tabel 2. Klasifikasi air berdasarkan kandungan TDS (Han et al., 2011).

Kandungan TDS (mg/L)	Tipe air
<1,000	Air tawar (<i>fresh</i>)
1,000 – 10,000	Agak Asin-Sedang (<i>brackish</i>)
10,000 – 100,000	Asin (<i>saline</i>)
>100,000	Sangat asin (<i>brine</i>)

Tabel 3. Klasifikasi air berdasarkan kandungan klorida (Stuyfzand, 1989, 1991).

Tipe	Kandungan Cl ⁻ (mg/L)	Tipe	Kandungan Cl ⁻ (mg/L)
Air Tawar	≤ 150	Air payau bergaram	1000 – 10,000
Air tawar agak payau	150 - 300	Air bergaram	10,000 – 20,000
Air payau	300 - 1000	Air bergaram tinggi	> 20,000

ini dikarenakan airlaut memiliki kandungan anion dan kation yang tinggi yang dapat diukur sebagai DHL dan TDS. Kandungan TDS dapat digunakan untuk mengklasifikasi tipe air berdasarkan tingkat salinitas (Han et al., 2011), seperti di Tabel 2. Sebaran nilai TDS di wilayah penelitian ditampilkan pada Gambar 2.

Dari besaran kandungan TDS di 33 titik conto, klasifikasi air menunjukkan bahwa terdapat 13 titik conto dengan klasifikasi tawar, 18 titik conto dengan tipe agak asin – sedang, dan 2 titik conto dengan tipe asin. Lokasi air tawar secara geologi terdapat pada dataran endapan sungai muda (Gambar 2) dengan susunan batuan pasir, lanau, lempung dan kerikil. Sedangkan untuk letak tipe air agak asin sampai asin umumnya berada di utara kota Indramayu yang berdekatan dengan pantai, secara geologi lokasi ini terletak pada dataran endapan banjir dengan susunan batuan terdiri dari lempung pasir, pasir lempungan dan endapan pantai yang tersusun oleh lanau, lempung pasir dan pecahan moluska. Selain itu, tipe air agak asin dan asin juga berada pada endapan sungai muda dengan susunan batuan pasir, lanau, lempung dan kerikil yang terletak di daerah tengah dan berjarak jauh dari laut. Kondisi ini menggambarkan proses terjebakannya airlaut pada masa lampau menjadi air garam purba (*connate water*).

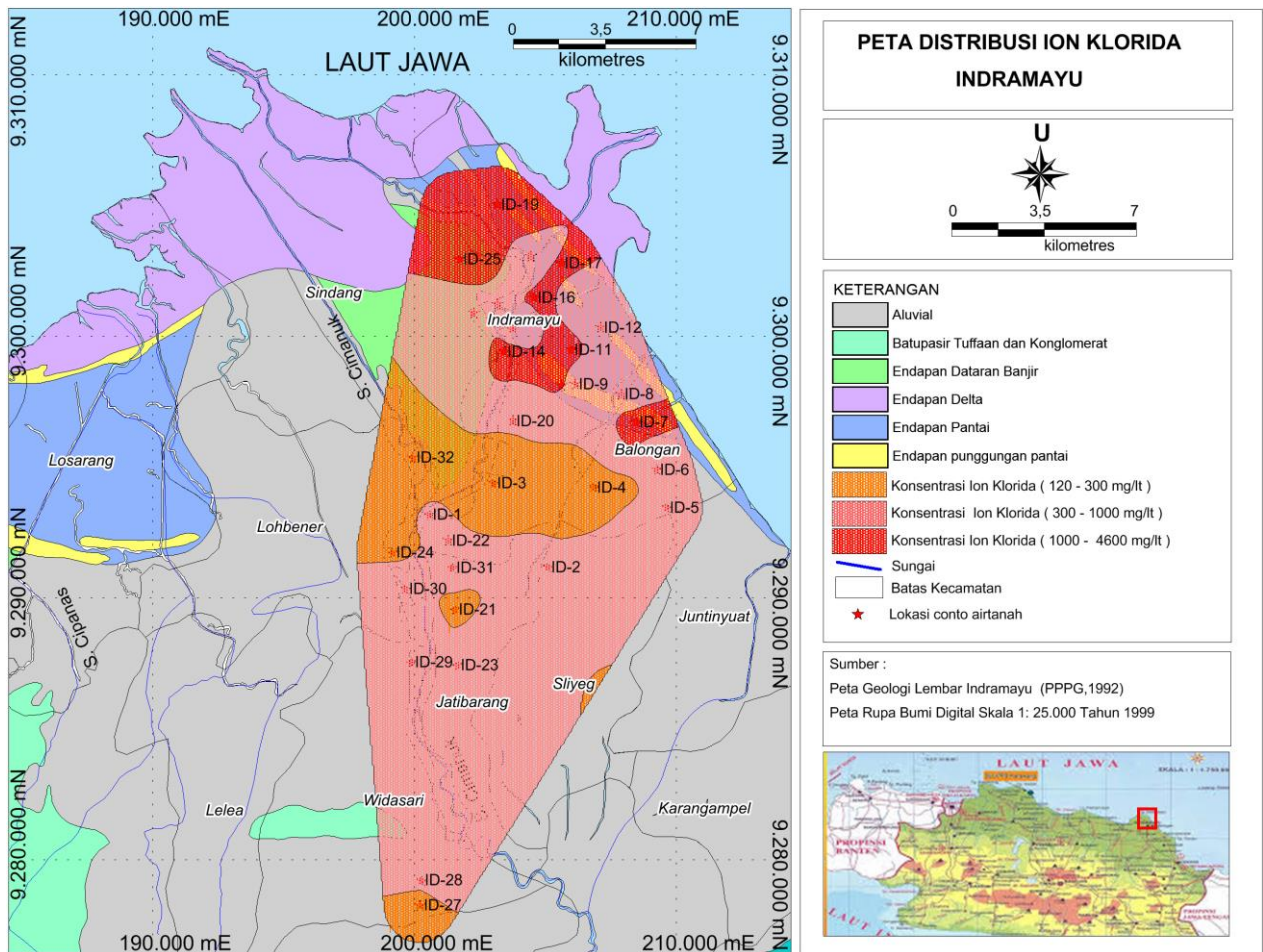
Pengaruh airlaut terhadap airtanah juga dapat dilihat dari kandungan ion utama Cl⁻ (Custodio.,

2005). Bear et al., (1999), Snow et al., (1990) menyatakan tingginya kandungan Cl⁻ dapat berasal dari airlaut sebagai indikasi telah terjadi intrusi atau dari air purba. Besaran kandungan Cl⁻ dalam airtanah dapat digunakan untuk mengklasifikasi tipe airtanahnya (Stuyfzand, 1989, 1991). Klasifikasi airtanah berdasarkan konsentrasi Cl⁻ menurut Stuyfzand (1989, 1991) dibedakan menjadi 6 kelas mulai dari air tawar hingga air bergaram tinggi (Tabel 3).

Airtanah dangkal di daerah penelitian mempunyai kandungan Cl⁻ yang bervariasi antara 220,65 mg/L hingga 4.670,17 mg/L. Berdasarkan pada Tabel 3, maka konsentrasi Cl⁻ di daerah penelitian dapat diklasifikasikan dalam tiga kelas yaitu tipe air tawar agak payau, air payau, dan air payau bergaram. Penyebaran ketiga ditampilkan pada Gambar 3.

Sebaran tipe air tawar agak payau terletak pada dataran endapan sungai muda dengan susunan batuan terdiri dari pasir, lanau, lempung dan kerikil. Tipe air payau sebagian besar terletak pada dataran endapan sungai dan sisanya terletak di pematang pantai. Sedangkan untuk tipe air payau bergaram semua terletak pada dataran endapan pantai yang tersusun oleh lanau, lempung pasir, pecahan moluska.

Parameter tunggal lain yang penting dalam memahami kualitas airtanah wilayah pesisir



Gambar 3. Sebaran konsentrasi ion klorida.

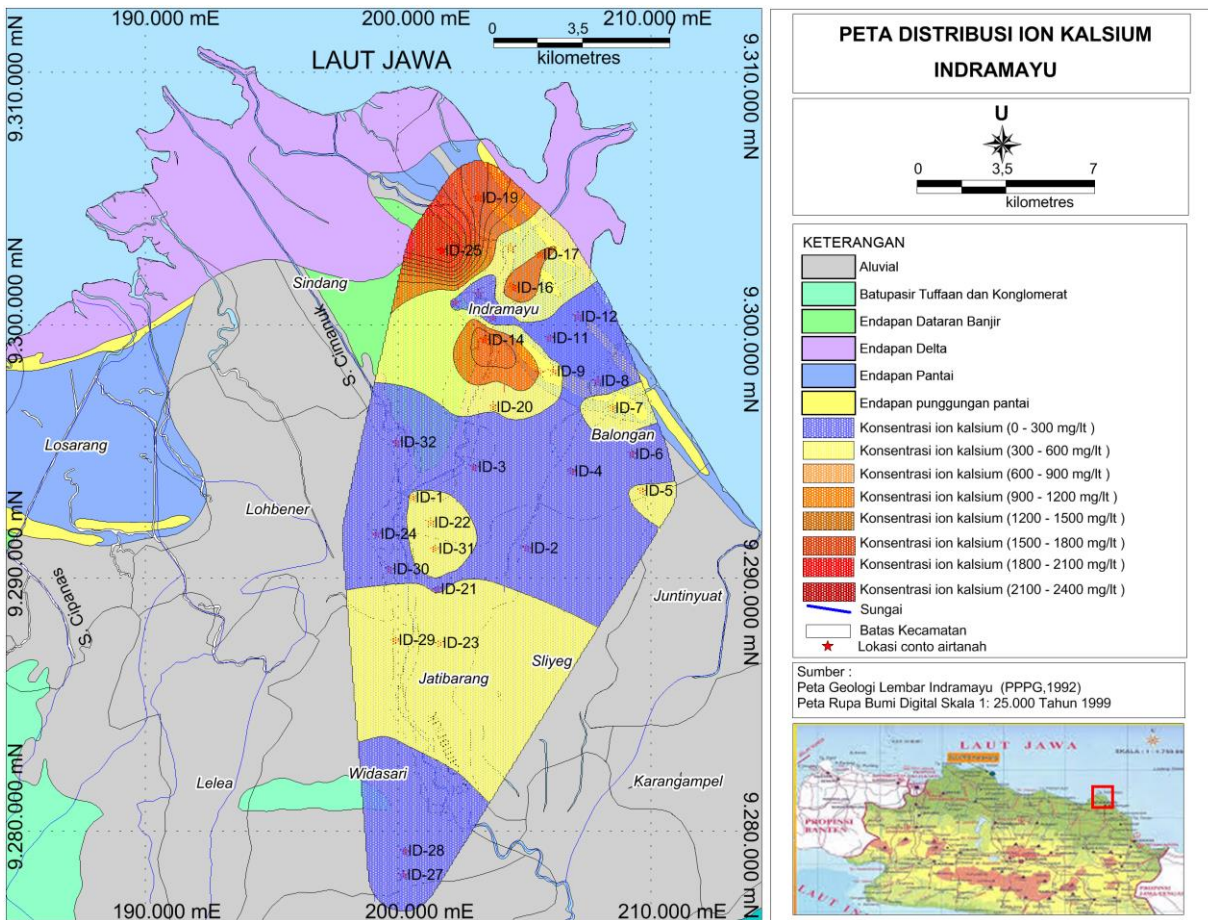
adalah Ca^{2+} . Besaran kandungannya dapat digunakan sebagai petunjuk tentang lingkungan perairannya. Menurut McNeely *et al.*, (1979) dalam Effendi (2003), kandungan ion kalsium pada perairan tawar kurang dari 15 mg/L, pada perairan dengan lingkungan batuan karbonat antara 30 – 100 mg/L, pada perairan laut sekitar 400 mg/L, dan pada brine dapat mencapai 75.000 mg/L. Dari 33 contoh airtanah, kandungan ion kalsium terendah adalah 44 mg/L, sementara contoh lainnya mengandung ion kalsium diatas 121 mg/L hingga 2.484 mg/L. Dengan demikian terdapat 2 klasifikasi lingkungan perairan, pertama dipengaruhi lingkungan batuan karbonat dan kedua dipengaruhi oleh lingkungan perairan laut . Pengaruh lingkungan batuan karbonat lebih dominan dibandingkan lingkungan perairan laut (Gambar 4).

Gambar 4 menunjukkan sebaran pada kandungan Ca^{2+} dengan nilai 30 – 100 mg/L hampir semuanya semuanya terletak di dataran Endapan sungai

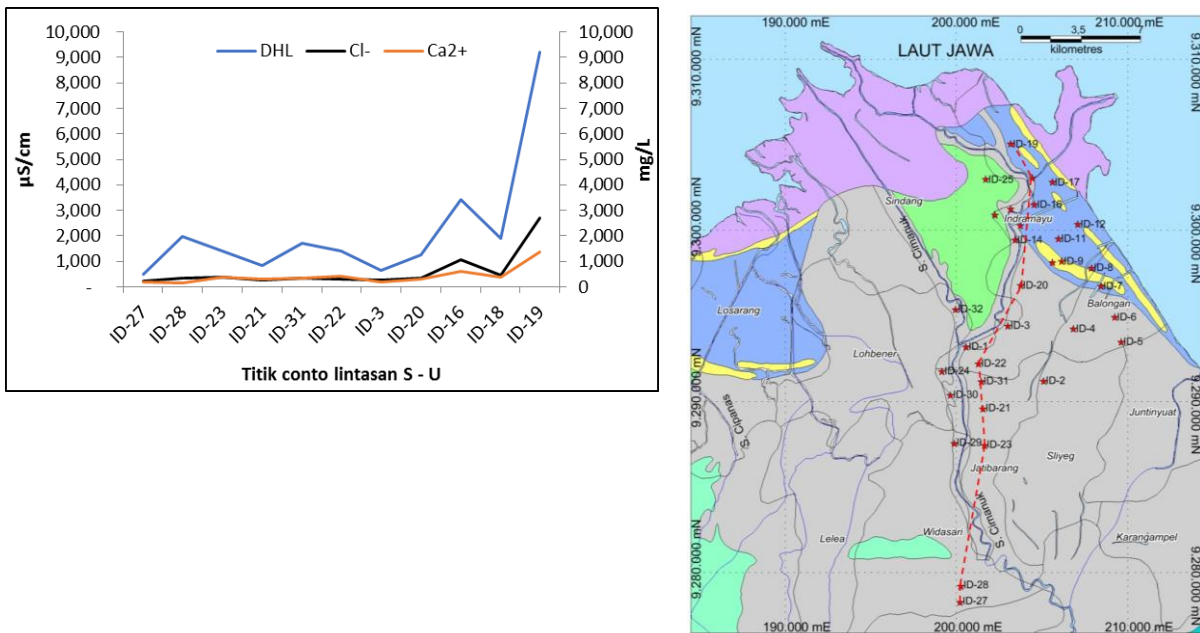
muda dan di pematang sungai kecuali di ID-22 dan ID-29. Sedangkan pada kandungan Ca^{2+} dengan nilai sekitar 400 mg/L semuanya terletak di dataran Endapan pantai (Gambar 4). Hal ini memberikan petunjuk bahwa airtanah pada titik contoh ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan laut di saat pembentukan daratan. Kondisi ini didukung pula oleh tanda bahwa kandungan kation Ca^{2+} lebih besar dari kation Mg^{2+} , hal ini karena adanya pelarutan dari batuan atau kandungan yang mengandung kalsium (Suherman dan Sudaryanto 2009).

Pengaruh airlaut

Penampang besaran DHL dan kandungan anion Cl^- dan kation Ca^{2+} (Gambar 5), merepresentasikan bahwa sebaran DHL dari titik paling selatan hingga utara mulai dari ID-27, 500 $\mu s/cm$, hingga titik ID-19, 9000 $\mu s/cm$, menunjukkan kandungan beragam. Namun secara umum pola DHL menuju pesisir menunjukkan peningkatan nilai. Demikian juga halnya dengan



Gambar 4. Sebaran konsentrasi ion kalsium.



Gambar 5. Kandungan DHL, Cl⁻ dan, Ca²⁺ pada lintasan Selatan – Utara.

anion Cl^- dan kation Ca^{2+} dari titik ID-27 hingga ID-19, kandungannya ke arah pesisir cenderung naik. Dengan demikian kenaikan DHL, anion Cl^- , dan kation Ca^{2+} dipengaruhi oleh tingkat pencemaran airlaut. Semakin ke arah hulu maka airtanah mengalami proses pencucian oleh airtawar dengan rentang waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan airtanah di bagian hilir, ini berkaitan dengan saat pembentukan daratan.

KESIMPULAN

Klasifikasi airtanah berdasarkan kandungan TDS adalah air tawar di 13 titik, air agak asin – sedang di 18 titik, dan air asin di 2 titik. Dari konsentrasi ion utama Cl^- memberikan petunjuk bahwa tipe air yang ada disetiap conto terdapat tiga kelas yaitu tipe air tawar agak payau di 5 titik, air payau di 19 titik, dan air payau bergaram di 8 titik. Hasil pengukuran konsentrasi Ca^{2+} menunjukkan 2 klasifikasi airtanah, pertama 23 titik dipengaruhi oleh lingkungan batuan karbonat dan kedua 9 titik dipengaruhi oleh lingkungan perairan laut. Dari kandungan TDS, Cl^- dan Ca^{2+} letak tipe air agak asin, tipe air tawar agak payau dan tingginya kandungan karbonat, secara geologi lokasi ini terletak pada dataran endapan banjir dengan susunan batuan terdiri dari lempung pasir, pasir lempungan dan endapan pantai yang tersusun oleh lanau, lempung pasir dan pecahan moluska.

Kandungan Ca^{2+} dengan nilai 30 – 100 mg/L hampir semuanya terletak di dataran Endapan sungai muda dan di pematang sungai, kemudian kandungan Ca^{2+} sekitar 400 mg/L semuanya terletak di dataran Endapan Pantai. Tingginya kandungan Ca^{2+} memberikan indikasi bahwa airtanah di lokasi ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan laut di saat pembentukan daratan. Hal ini didukung pula oleh tanda bahwa kandungan kation Ca^{2+} lebih besar dari kation Mg^{2+} .

Penampang DHL, anion Cl^- , dan kation Ca^{2+} , merepresentasikan sebaran DHL dari titik paling selatan hingga utara yang secara umum semakin meningkat ke arah pesisir. Demikian juga halnya dengan konsentrasi anion Cl^- dan kation Ca^{2+} , yang kandungannya juga cenderung naik ke arah pesisir. Hal ini disebabkan proses pencucian oleh airtawar di arah hulu memiliki waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan bagian hilir, ini berkaitan dengan saat pembentukan daratan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI yang telah memberikan izin untuk penelitian, ucapan terima kasih disampaikan pula ke Pusat Penelitian Limnologi LIPI sebagai pemegang DIPA kegiatan Unggulan Kedeputan IPK LIPI. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada seluruh redaksi Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan serta rekan-rekan yang telah banyak membantu sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achdan dan Sudana, 1992. Peta geologi Lembar Indramayu, Jawa, skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Appelo, C. A. J., dan Geinaert, W., 1991. Processes accompanying the intrusion of salt water. Dalam: De Breuck (ed), Hydrology of salt water intrusion, a selection of SWIM paper 11, 291 – 304.
- Appelo, C. A. J. dan Postma, D., 2005. Geochemistry, groundwater and pollution. Amsterdam: CRC Oress, Taylor & Francais Group. 649 pp.
- BPS - Badan Pusat Statistik, 2016. Kabupaten Indramayu. <http://indramayukab.bps.go.id/indek.phpira.P.M>.
- Barlow, 2013. Saltwater intrusion. Dari: <http://water.usgs.gov/ogw/gwrp/saltwater/salt.html>. Di unduh April 2017.
- Bear, J., Cheng, A. H. –D., Sorek, S., Ouazar, D., Herrera, I., 1999. Seawater intrusion in coastal aquifer: Concepts, methods and practices. Springer Netherlands, 627 pp.
- Carreira, P. M., Marques, J. M., and Nunes, D., 2004. Source of groundwater salinity of groundwater salinity in coastline aquifers based on environmental isotopes (Portugal): Natural vs human interference. Applied Geochemistry 41, 163-175. DOI: 10.1016/j.apgeochem.201312.012.
- Custodio, E., 2005. Coastal aquifer as important natural hydrogeological structures, in: Bocanegra, E., Hernandez, M., Usunoff, E. (Eds), Groundwater and Human

- Development, CRC Press, London, pp. 15 – 38.
- Effendi, H., 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius.
- Eleonora, C, Eduardo K, Josep M., 2009. Hydrochemical and isotop evidence of groundwater salinization processes on the coastal plain of samborombon Bay, Argentina. *Jurnal of Hydrology* 365, 335 – 345, DOI: 10.1016/j.jhhydrol.2008.11.041.
- Groen, J., Velstra, J. and Meesters A.G.C.A., 2000. Salinization proecesses in paleowater in coastal sediment of Suriname: Evidence from $\delta^{37}\text{Cl}$ analysis and diffusion modelling. *Journal of Hydrology* 234, 1-20.
- Han, D., Kohfahi, C., Song, X., and Yang, J., 2011. Geochemical and isotopic evidence for palaeosewater intusion into the south coast aquifer of Laizhou Bay, China. *Applied Geochemistry*, 26 (5), 863-883, DOI: 10.1016/j.apgeochem.2011.02.007.
- Kennedy. G. A., 2012. Development of a GIS-based approach for the assesment of relative seawater intrusion vulnerability in Nova Scotia, Canada. Nova Scotia Departement of Natural Resources. IAH 2012 Congress. Niagara Fall.
- Marandi, A., Polikarpus, M and Jöeleht, A., 2013. A new approach for describing the relationship between electrical conductivity and major anion concentration in natural waters. *Appl. Geochemistry* 38, 103–109.
- McNeil, V. H., and Cox, M. E., 2000. Relationship between conductivity and analyzed composition in a large set of natural surface-water samples, Queensland, Australia. *Environ. Geol.* 39, 1325–1333, DOI: 10.1007/s002549900033.
- Notodarmojo, S., 2005. Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB. Bandung.
- Panno, S.V., Hackley, K. C., Hwang, H. H., and Greenberg, S. E., 2006 Characterization and identification of Na-Cl sources in groundwater. *Groundwater* 44 (2), 176-187.
- Rusydi, A. F., Nailly, W., dan Lestiana, H., 2015. Pencemaran Limbah Domestik Dan Pertanian Terhadap Airtanah Bebas Di Kabupaten Bandung. *J. Ris. Geol. dan Pertamb.* 25 (2), 87-97.
- Saputra, S. F. D., Waspodu, R. S. B., dan Setiawan, B. I., 2016. Perhitungan Potensi Air Tanah di Kecamatan Gabus Wetan, Kabupaten Indramayu. Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(3), 147 -158.
- Snow, M. S., Kahl, J. S., Norton, and C. Olson., 1990. Geochemical determination of salinity sources in groundwater wells in Maine. *Proceedings of the Focus Conference on Eastern Regional Ground Water Issues*, National Water Well Association, Springfield, Massachusetts, USA, 313-327.
- Sutrisno, S., 1985. Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar Cirebon. Skala 1 : 250.000. Direktorat Geologi Tata Lingkungan. Bandung.
- Suherman, D., dan Sudaryanto, 2009. Tipe Air untuk Penentuan Aliran Airtanah Vertikal di Cekungan Jakarta. *J. Ris. Geol. dan Pertamb.* 19 (2), 99-108.
- Stuyfzand, P. J., 1989. A new hydrochemical classification of water type . Regional characterization of water. *Proceeding of the Baltimore Symposium*, May 1989. IAHS Publ. No. 1989.
- Stuyfzand, P. J., 1991. A new hydrochemical classification of water type: Principles and Aplication To Coastal-Dunes Aquifer System of Netherlands. The Netherland Waterwork testing and Research Institute KIWA Ltd. PO. BOX 1072. Neterland.
- Solihuddin, T., 2009. Morfodinamika Delta Cimanuk, Jawa Barat Berdasarkan Analisis Citra Landsat. Pusat Riset Wilayah dan Sumberdaya Non Hayati, BRKP-DKP, 77 – 85.
- Thirumilini, S., dan Joseph, K., 2009. Correlation between electrical conductivity and total

dissolved solids in natural water.
Malaysian Journal of Science, 28 (1),
56-61.

Van Bemmelen, 1949. The Geology of Indonesia.
Government Printing Office. Den Haag.
Vol 1. IA and IB. 732 pp.