Bulletin of Scientific Contribution, Volume 13, Nomor 3, Desember 2015: 192-201

MANAJEMEN AIRTANAH PADA ENDAPAN ALUVIUM RAWA LAKBOK, JAWA BARAT

Sapari Dwi Hadian & Bombom Rahmat
Laboratorium Geologi Lingkungan dan Hidrogeologi, Fakultas Teknik Geologi – Universitas Padjadjaran

ABSTRACT

Rawa Lakbok revealed as depression of Citanduy River, developed as peat swamp with type B overflow. Geographically, area of study located on 108° 35' 29,3" – 108° 36' 34,6" east longitude and 7° 23' 33" – 7° 24' 37, 7"south latitude. Area of study located on Puloerang Village, Sub-district of Lakbok, District of Ciamis, West Java. Geology success-ion of study area will be described in several aspect; Geomorphology, Stratigraphy, and Geological history. Geomorphologically, area of study consist of alluvium plain unit, and moderately steep volcanic unit From stratigraphy aspect, area of study consist of sandstone unit (Tpbp), Andesite unit (Tpa), and Alluvium unit (Qa). With Structural Geology heading South East – North West. Geological history of study area began in Early Pliocene with deposition of sand material. Afterwards, volcanic activity occurred and erupted andesite lava. At the end, alluvium was deposited as response of depression which formed in area of study.From the water balance calculation at Cibeber rivers area with width ± 10.12 kM^2, known that : precipitation value 2,805.82 mM/Annual, 58.48% of pouring rain will evaporate, 21.11% will be run off, and 6.25% will infiltrate into the soil. Study area have 17.92% (5,088,437.2 M^3/Annual) of axcess water of depression storage, means amount of water that accumulate in the surface of depression bowl from the study area surface run off. Hidrogeology of study area consist of hydraulic gradient values ranging from 0.0008 – 0.004. Hydraulic T Parameter ranging from 5 – 10 M^2/day, K values ranging from 1 – 5 M/day, S value ranging from 1 – 5, and S_c value ranging from 17 – 37 M^3/day/Mdd. Influence radius of Cone of depression rangingfrom 1.2–2 M.

Keywords: depresion zone, groundwater manajemen

ABSTRAK

Rawa Lakbok merupakan zona depresi yang berjenis Rawa gambut dengan luapan tipe B. Secara topografi landai terletak Desa Puloherang, Kecamatan Lakbok, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. Tatanan geologi didominasi oleh Batupasir, intrusi Andesit, dan EndapanAluvium. **Dengan** Struktur Geologi yang berkembang berarah Tenggara – Baratlaut. Genesa pembentukan rawa tersebut diakibatkan aktivitas volkanik yang membentuk intrusi andesit, dan terjadi pensesaran normal (graben) yang terisi oleh endapkan aluvium akibat depresi yang terjadi di daerah penelitian sehingga konsentrasi air pada zona tersebut menjadi jenuh cenderung tergenang sepanjang masa. Perhitungan berhitungan *water balance dari tahun 2005-2015* pada DAS Cibeber yang memiliki luas ± 10.12 kM^2 , didapat: curah hujan rata-rata sebesar 2,805.82 mM/tahun, 58.48% dari hujan yang turun akan menguap setiap tahunnya, 21.11% air hujan menjadi limpasan, dan 6.2 5% terserap ke dalam tanah. Daerah penelitian mengalami kelebihan debit air 17.92% (5,088,437.2 M^3/tahun) menjadi cadangan depresi, yaitu air yang disimpan dalam mangkok depresi pemukaan yang diperoleh dari *Surface Run off* daerah penelitian. Hidrogeologi daerah penelitian terdiri atas gradien hidrolik yang berkisar antara 0.0008 – 0.004. Parameter hidrolik transmisivitas berkisar 5 – 10 M^2/hari, permeabilitas berkisar 1 – 5 M/hari, *Storage* berkisar 1 – 5, dan *Storage Capacity* berkisar 17 – 37 M^3/hari/Mdd. Radius keterpengaruhan konus depresi berkisar antara 1.2 – 2 M. Dan dari tahun ke tahun cenderung menurun sehingga kekawatiran akan pengeringan sangat kentara dan diperlukan konservasi airtanah dengan strategi dan manajemen airtanah yang tepat

Kata kunci: zona depresi, manajemen airtanah.

PENDAHULUAN

Daerah rawa dapat didefinisikan sebagai daerah yang selalu tergenang atau pada waktu tertentu tergenang karena jeleknya ataupun tidak adanya sistem drainase alami. Tempat terjadinya daerah rawa tidak dibatasi oleh ketinggian lahan (elevasi). Di tempat tinggi pun dapat ditemukan daerah rawa yaitu pada daerah depresi geologis. Genangan air di daerah depresi ini terjadi karena terkumpulnya limpasan air hujan pada cekungan tersebut, sirkulasi air pada daerah ini terjadi karena evaporasi dan tambahan lewat air tanah.

Rawa Lakbok adalah nama sebuah rawa yang berada di kawasan Lakbok, Kecamatan Lakbok, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat, pada koordinat 7°24′ LS, 1 08°3 1′ BT. Rawa Lakbok merupakan rawa gambut dengan luapan tipe B, yaitu rawa yang tidak selalu terluapi oleh pasang surut air sungai. Rawa ini memiliki sifat ekosistem tersendiri dan memiliki sifat fisik dan mekanik lahan yang khusus. Juga kondisi hidrolika air permukaan dan air tanah yang sama khususnya. Karena merupakan sebuah zona depresi yang dipengaruhi oleh struktur geologi. Dan sangat dipengaruhi oleh limpasan banjir sungai Citanduy.

Dalam pemanfaatan lahan rawa untuk keperluan pertanian. Maka untuk tahap awalnya dilakukan reklamasi terhadap lahan rawa tersebut. Reklamasi rawaadalah upaya meningkatkan fungsi dan pemanfaatan rawa untuk kepentingan masyarakat luas (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Nomor : 64/PRT/1993). Reklamasi lahan rawa ini diperlukan untuk mengantiasipasi banjir yang sering terjadi pada saat musim penghujan. Reklamasi ini dilakukan dengan cara menjaga pasokan air yang masuk ke dalam rawa termasuk tinggi muka airtanah, sehingga lahan rawa akan tetap terjaga dari banjir pada saat musim penghujan. Dan tentunya manajemen pengairan yang baik sangat diperlukan untuk mengatasi masalah irigasi sebagai antisipasi kekeringan yang sering terjadi pada saat musim kemarau.

METODOLOGI

Tahapan kerja dimulai dengan pengumpulan data maupun informasi yang berkaitan dengan daerah penelitian. Tahapan berikutnya adalah pengamatan lapangan yang terdiri atas Pemetaan geologi, Pemetaan muka air tanah, Uji infiltrasi untuk mendapatkan kapasitas infiltrasi, Uji pemompaan untuk mendapatkan parameter hidrolik kemudian dilanjutkan dan pengambilan sampel. Setelah pengambilan sample kemudian dilakukan pemilihan sampel batuan. Selanjutnya dilakukan tahapan analisis Analisis geologi, Analisis *water balance* Mook (1973) , Analisis muka airtanah (Mandel 1981), Analisis Infiltrasi McCuen 1989 Analisis uji pemompaan berdasarkan klasifikasi Jacob-Hastush (1955). Semua analisis ini saling berhubungan dalam menentukan karakteristik hidrolik yang menghubungkan suatu batuan menyimpan air pola penyebaran dan strategi dan manajemen yang akan dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi dan Hidrogeologi Daerah penelitian

Penentuan satuan batuan dilakukan berdasarkan satuan litostratigrafi tidak resmi. Satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi 2 satuan dari tua ke muda dan endapan aluvium, yaitu:

1. Batuan Batupasir
2. Andesit
3. EndapanAluvium

Batupasir

Satuan batupasir, Secara deskriptif mekaskopis memiliki karakteristik litologi batupasir berwarna segar kuning kecoklatan, warna lapuk coklat kehitaman, besar butir pasir halus – sedang, bentuk butir menyudut tanggung–membundar tanggung, kemas terbuka, pemilahan sedang, permeabilitas sedang – baik, kekerasan sedang – agak keras, tidak karbonatan. D-iendapakan pada lingkungan pengendapan satuan ini dilakukan dengan melakukan kesebandingan pada peneliti terdahulu berdasarkan ciri litologi. Satuan ini dapat disebandingkan dengan Formasi Tapak (Kastowo dan N. Suwarna, 1996) yang berumur Pliosen Awal, dengan lingkungan pengendapan transisi

Andesit

Satuan Andesit didominasi oleh lava afanitik berwarna segar abu-abu terang dan breksi laharik dengan warna segar abu-abu, warna lapuk abu-abu kecoklatan, porfiritik – afanitik, equigranular, fenokris berupa mineral plagioklas dan piroksen, masa dasar berupa plagioklas dan gelas, masif, sangat keras dengan sistem penyebaran lateral mengikuti paleo topografi dengan lingkungan pengendapan darat. Satuan Andesit tersebar di sebelah baratlaut daerah penelitian. Batuan tersebut berasal dari perbukitan Gunung Sangkur dan Gunung Batukarut. Diinterpretasikan sebagai hasil aktivitas Gunung Sangkur yang berada di barat laut daerah penelitian. Penentuan umur dan lingkungan pengendapan satuan ini dilakukan dengan melakukan kesebandingan pada peneliti terdahulu berdasarkan ciri litologi. Satuan ini dapat disebandingkan dengan Batuan Beku Tidak Terbagi-bagi (Kastowo dan Suwarna, 1996) yang berumur Pliosen Akhir.

Endapan Aluvium

Endapan termuda di daerah penelitian adalah endapan Aluvium, terdiri atas lempung, mengandung lanau, dan pasir berwarna segar kehitaman, berwarna lapuk kecoklatan, besar butir lempung–pasir sedang, bentuk butir menyudut tanggung–membundar, kemas tertutup–sedang, pemilahan buruk-sedang, permeabilitas buruk-sedang, kekerasan lunak, dapat diremas. Enapan ini merupakan endapan yang menempati wilayah terluas pada daerah penelitian, yang merupakan pedataran limpasan banjir dari sungai utama yang berupa rawa. Penentuan umur dan lingkungan pengendapan satuan ini dilakukan dengan melakukan kesebandingan pada peneliti terdahulu berdasarkan ciri litologi. Satuan ini dapat disebandingkan dengan Endapan Aluvium (Kastowo dan N. Suwarna, 1996) yang berumur Holosen – Resen, dengan lingkungan pengendapan darat.

Hidrogeologi

Hidrogeologi daerah penelitian yang meliputi pembahasan mengenai muka air tanah, parameter hidrolik, konus depresi, dan sumur resapan. muka airtanah dilakukan dengan cara pemetaan muka airtanah yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran kemana aliran airtanah di bawah permukaan dengan membuat kontur muka airtanah. Kontur muka airtanah didapatkan dengan cara menghubungkan titik pengukuran yang memiliki kedalaman muka airtanah yang sama terhadap datum. Secara umum muka airtanah di daerah penelitian mempunyai arah aliran relatif Tenggara, hal ini dikarenakan zona depresi di bagian timur membentuk cekungan yang membuat gradien hidrolik menjadi rendah, berkisar 0.0008 – 0.0045. Hasil selengkapnya terdapat pada lampiran peta muka airtanah daerah penelitian. Setelah kontur muka air tanah yang merupakan garis ekuipotensial diketahui, maka kemudian dapat digambar jaringan air tanah yang merupakan arah aliran air tanah pada daerah penelitian.

Model dari kontur permukaan daerah penelitian berdasarkan data pengamatan, kontur air tanah dan penampang air tanah dalam gambar 3 dimensi yang dibuat dengan program hasil pemodelan (Gambar 2).

Hidrogeologi daerah penelitian merupakan Zona depresi tersebut membentuk *water retension* (rawa) pada daerah aliran sungai Citanduy. Rawa yang terbentuk termasuk dalam klasifikasi Rawa gambut dengan luapan tipe B, yaitu rawa yang memiliki kandungan bahan organik sangat tinggi yang tidak selalu terluapi oleh pasang surut air sungai. Dengan tipologi akifer dangkal dengan luas cekungan air tanah yang memiliki luas ± 10.12 kM^2.

Berdasarkan perhitungan kesetimbangan air berdasarkan perhitungan Mook, (1973) didapat : Presipitasi Total sebesar 2805.82 mM/tahun (28,394,898.4 M^3/tahun), dengan Intensitas Presipitasi rata-rata 2.66 mM/jam, Evapotranspirasi sebesar 1,635.20 mM/tahun (16,548,224 M^3/tahun), Infiltrasi daerah penelitian adalah 175.41 mM/tahun (1,775,149.2 M^3/tahun), de--ngan Kapasitas Infiltrasi sebesar 2.185 mM/jam, *Run off* sebesar 592,40 mM/tahun (5,995,088 M^3/tahun). Didapatkan 58.48% dari hujan yang turun akan menguap setiap tahunnya, 21.11% air hujan menjadi limpasan, dan 6.25% terserap ke dalam tanah. Daerah penelitian mengalami kelebihan debit air 17.92% (5,088,437.2 M^3/tahun) menjadi cadangan depresi, yaitu air yang disimpan dalam mangkok depresi permukaan yang diperoleh dari *Surface Run off* daerah penelitian. Hidrogeologi daerah penelitian : Gradien Hidrolik antara 0.0008 – 0.004.

Parameter hidrolik dari tiga sumur pengujian, adalah:

- Sumur 1: T = 5.104 M^2/hari, K = 1.11 M/hari, S = 0.134, S_c = 17.28 M^3/hari/Mdd;
- Sumur 2 : T = 10.14 M^2/hari, K = 2.205 M/hari, S = 0.45, S_c = 36.55 M^3/hari/Mdd;
- Sumur 3 : T = 6.329 M^2/hari, K = 5.503 M/hari, S = 0.39, S_c = 24.27 M^3/hari/Mdd.
- Radius keterpengaruhan konus depresi dari ketiga sumur, secara berturut-turut yaitu: 1.22 M, 2.03 M, 1.27 M.

Konus Depresi

Perhitungan konus depresi dalam hal ini dilakukan untuk mengetahui luas daerah keterpengaruhan dari uji pemompaan. Ini berguna dalam menentukan zonasi permeabilitas pada daerah penelitian berdasarkan interpretasi. Berikut adalah perhitungan konus depresi dengan menggunakan persamaan Dupuit (dalam Kruseman & Ridder, 1994).

Manajemen air daerah penelitian

Dalam manajemen air diperlukan mengitung volume simpan yang dihitung dengan menggunakan koefisien aliran tanah yang dianggap konstan setiap bulannya. Nilai koefisien aliran tanah (K) yang telah dihitung pada daerah penelitian adalah 0.25. Nilai V1 yang telah dihitung adalah bernilai 19,79 mM/bulan ke-n. Dan Nilai *base flow* sangat dipengaruhi oleh volume simpan tanah dan *base flow* infiltrasi,*direct run off* adalah air limpasan dipermukaan tanah yang terjadi sesaat setelah hujan turun. Nilainya merupakan selisih *water surplus* dengan infiltrasi, berikut adalah hasil perhitungan volume simpan daerah penelitian setiap 1 M^2 luasnya dan juga perhitungan *run off* ini didasarkan oleh perhitungan *direct run off* dan *base flow* yang merupakan jumlah dari keduanya, menunjukkan jumlah air yang mengalir di permukaan dan bawah permukaan tanah, lebih tepatnya pada zona tidak jenuh.

Berikut adalah perhitungan *run off* pada daerah penelitian setiap 1 M^2 luasnya: Besarnya *run off* rata-rata tahunan adalah 592,40 mM/tahun. Dari perhitungan *run off* dapat diketahui bahwa jumlah air yang ada pada musim penghujan sangat besar. Sebaliknya, kekurangan air yang ada pada musim kemarau memiliki perbedaan yang sangat mencolok. Dengan begitu, dapat diperhitungkan berapa air yang harus dikeluarkan dari rawa pada musim penghujan, agar tidak terjadi banjir. Dan berapa air yang perlu dimasukkan kedalam rawa agar tidak terjadi kekeringan yang merugikan. Sehingga didapat rata-rata V_n, B_n, DRO dan RO dalam satuan mM kurun 2005-2015.

Hasil Perhitungan Water Balance

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka didapat nilai:

- Presipitasi total : 2,805.82 mM/ tahun = 28,394,898.4 M^3/tahun,
- Evapotransprasi : 1,635.20 mM/tahun = 16,548,224 M^3/tahun,
- Infiltrasi : 175.41 mM/tahun = 1,775,149.2 M^3/tahun,
- *Runoff* :592,40mM/tahun = 5,995,088M^3/tahun
- ΔS = PPT – (EVPT + Inf+ RO)
  ΔS = 28,394,898.4 M^3/tahun – (16,548,224 M^3/tahun + 1,775,149.2 M^3/tahun + 5,995,088 M^3/tahun)
  ΔS = 5,088,437.2 M^3/tahun

Dapat disimpulkan bahwa sekitar 58.48% dari hujan yang turun akan menguap setiap tahunnya, 21.11% air hujan menjadi limpasan, dan 6.25% terserap ke dalam tanah. Daerah penelitian mengalami kelebihan debit air 17.92% menjadi cadangan depresi, yaitu air yang disimpan dalam mangkok depresi pemukaan yang diperoleh dari *Surface Run off* daerah penelitian.

Hidrolika Permukaan

Dalam sub bab ini akan dijelaskan mengenai hidrolika permukaan daerah penelitian yang terdiri atas drainase dan waktu konsentrasi. Perhitungan yang dilakukan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya.

Drainase

Drainase yang ada di daerah penelitian merupakan saluran irigasi yang dibuat untuk mengairi areal persawahan. Terdapat dua buah saluran drainase: 1) saluran untuk mengairi sawah (*recharge*), 2) saluran pembuangan dari sawah (*discharge*). Saluran *recharge* terdapat pada bagian bagian barat daerah penelitian, mempunyai arah aliran dari utara ke selatan. Saluran ini tidak mempunyai nama, karena merupakan saluran irigasi. Sedangkan saluran *discharge* terdapat di bagian tengah, dengan arah aliran dari barat ke timur. Saluran ini merupakan modifikasi dari sungai intermitten yang telah ada sebelumnya, yaitu walungan Cibeber. Berikut adalah perhitungan kecepatan aliran dan debit yang dapat ditampung kedua saluran tersebut, dengan menggunakan Manning's formula (1889):

- *Roughness Coefficient* yang diperkirakan oleh Manning sebesar 0.035.
- *Hydraulic radius Slope gradient* saluran drainase pada daerah penelitian dianggap sama yaitu 0.00235.

Diskusi

Waktu konsentrasi pada daerah penelitian dihitung untuk dapat membandingkan waktu yang ditempuh oleh air permukaan dan *run off* yang tejadi pada saat hujan. Sesuai metode Kerby-Hathway (dalam McCuen, 1989), maka dapat dihitung waktu konsentrasi pada daerah penelitian:

- Nilai n pada daerah penelitian menurut Manning yang terdapat pada tabel 2.3.2 adalah 0.035.
- Panjang antara titik hitung (L), yaitu antara titik terjauh daerah penelitian ke drainase Cibeber yang rata-rata memiliki jarak 800 M atau 2624.67 kaki.
- Kemiringan lereng dengan:

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa air limpasan akan sampai ke saluran drainase dalam waktu 27,76 menit atau 0,46 jam.

Dengan waktu efektif drainase yang lambat, maka air hujan yang jatuh pada daerah penelitian tidak dapat mengimbangi waktu konsentrasi yang cepat. Maka air akan tertahan pada permukaan tanah menunggu sampai drainase dapat mengalirkan limpasan. Inilah penyebab banjir pada daerah penelitian.

Konsumsi Air

Pemakaian air pada daerah penelitian berdasarkan pengamatan di lapangan adalah untuk keperluan ru-

mah tangga dan pengairan sawah. Untuk keperluan rumah tangga dipergunakan air tanah dari sumur yang ada hampir di setiap rumah, baik sumur gali maupun sumur bor. Sedangkan untuk konsumsi sawah dipergunakan air permukaan atau *direct run off*, baik yang didapat dari hujan maupun dari irigasi.

Dalam pemakaian rumah tangga dapat diperhitungkan debit air yang dipakai setiap hari, sebagai berikut:

- Perkiraan jumlah penduduk pada daerah penelitian adalah ± 2,000 orang.
- Perkiraan konsumsi air per kepala per hari adalah ± 20 liter.

Maka, debit pemakaian air untuk keperluan rumah tangga, adalah:

Q = 20 liter/hari/orang * 365 hari * 2,000 orang

Q = 144,880,000 liter = 144,880 M^3/tahun

Konsumsi air yang diperlukan oleh tanaman padi pada daerah penelitian adalah 4,000 M^3/ha/musim untuk beberapa jenis varietas padi (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, Subang, 2009). Maka jumlah air yang dikonsumsi oleh tanaman padi adalah:

- Areal persawahan pada daerah penelitian sekitar ± 235 ha.
- Perkiraan konsumsi air untuk tanaman padi ± 4,000 M^3/ha/musim.
- Musim tanam padi setiap tahun 2 kali.

Debit pemakaian air untuk tanaman padi, adalah:

Q = 4,000 M^3/ha/musim * 235 ha * 2 musim

Q = 1,880,000 M^3/tahun

Maka debit total konsumsi air pada daerah penelitian sebesar 2,024,880 M^3/tahun.

KESIMPULAN

Geologi Akuifer yang berkembang di Rawalakbok secara litologi adalah batupasir, breksi vulkanik. Tipologi akuifer yang berkembang adalah Sistem Endapan Aluvium sungai. Batuan penyusun endapan ini umumnya berupa lempung, pasir, dan kerikil hasil erosi dan transportasi batuan di bagian hulunya. Di daerah Rawalakbok berakuifer dangkal memiliki ketebalan mulai dari 5 m – 25 m, Akuifer dangkal adalah akuifer tak tertekan dan pada tempat yang semakin dalam berubah menjadi akuifer semitertekan. Pola pengaliran air tanah pada di daerah penelitian tersebut relatif ke radier yang berpusat di pusat endapan rawa, dan terbentuk depresi konus aliran air tanah dan bergerak relatif ke arah selatan. Kondisi demikian menunjukkan dua penyebab yang memungkin, yaitu perkembangan lensa-lensa yang secara alamiah terbentuk pada daerah tersebut, atau pengambilan air tanah yang berlebihan di zone tersebut. Untuk itu, kawasan depresi air tanah dan perlu ditelaah lebih lanjut untuk menunjang langkah kebijakan terkait dengan konservasi air tanah di daerah Rawalakbok.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Prof. Dr. Hendarmawan, M.Sc. atas kesempatan dalam mendukung fasilitas penelitian ini sehingga tulisan ini bisa diselesaikan dengan baik dan, yang merupakan tim penelitian di Rawa Lakbok, dan Surahman Agus Bimanto ST yang telah memberikan ijin sehingga paper ini bisa dipublikasikan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bombom Rachmat Suganda, ST., MT, yang membantu pada saat Analisa Studio.

DAFTAR PUSTAKA

Bemmelen, R.W. Van, 1949, *The Geology ofIndonesia Vol. 1A*, Martinus Nijhoff, The Hangue.

Boggs, Sam, 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy,* Second Edition: Prentice Hall, New Jersey.

Compton, R.R. 1985. *Geology in the field*. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY; 398 p.

Delleur, W. Jacques. 1998. *The Handbook of Groundwater Engineering*. CRC Press LLC. USA

Mandel, S., 1981, Groundwater Resources, Academic Press, Inc. New York.

Mathess, 1982, The properties of Groundwater, John Willey and Sons, Inc

Fetter, CW. 1988. *Applied Hydrogeology,* Third Eddition. Merril Pubs. Co. America.

Franklin W Schwartz & Hubao Zhang. 2002. *Fundamentals of Ground Water*. John Wiley ons, Inc. New York.

Kastowo dan N. Suwarna, 1996. *Peta Geologi Lembar Majenang Skala 1 : 100,000*. P3G. Bandung.

Mc Cuen, Richard, 1989. *Hydrologic Analysis and Design*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

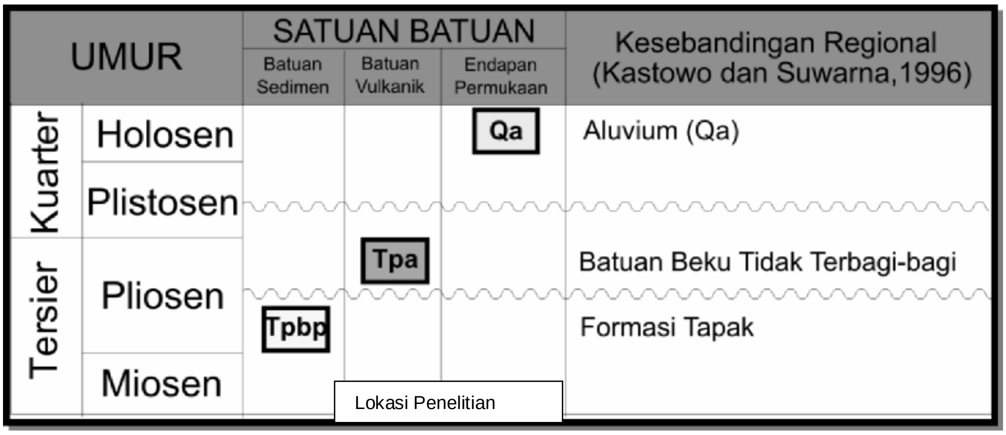
Mock F..J. (1973), *Land Capability Appraisal Indonesia & Water Availability Appraisal*, Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nation, Bogor.

Neuendorf, K.K.E., Mehl, J.P., Jr., Jackson, J. 2005. *Glossary of geology*, 5th Ed. American Geological Institute, Alexandria, VA. ISBN 0-922152-76-4

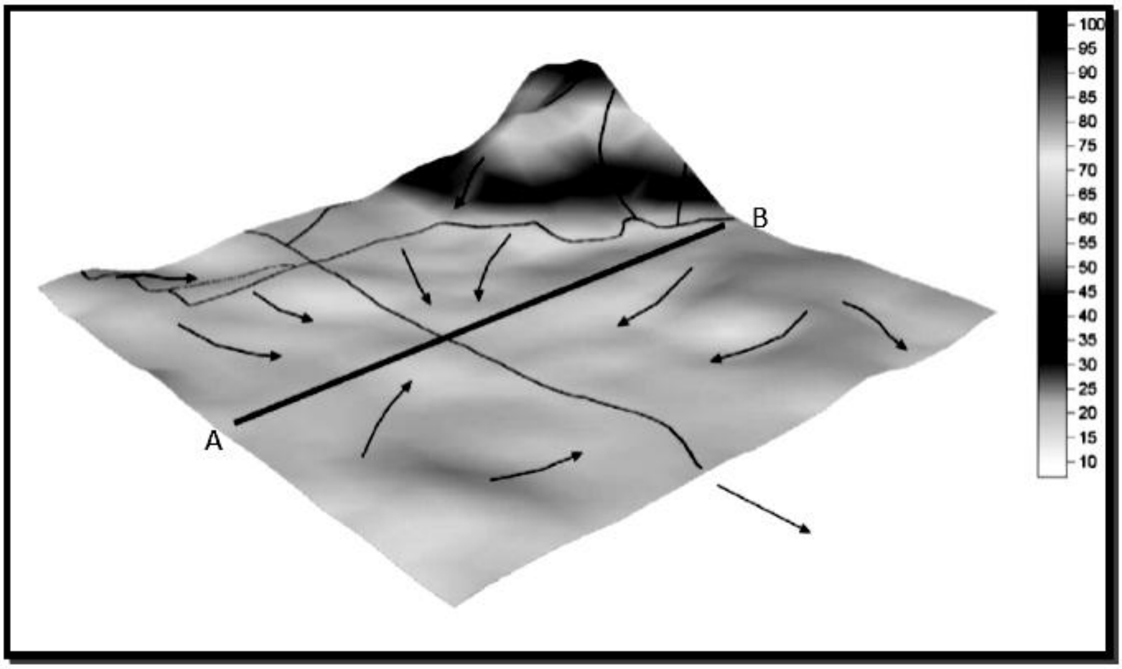
Takeda, K., & Sosrodarsono, S, 1987, *Hidrologi untukPengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta

Todd, D. K. 1980. *Groundwater Hydrology.* Second Edition, John Wiley and Sons, New York.

Ward, R. C., 1975. *Principles of Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, United Kingdom.



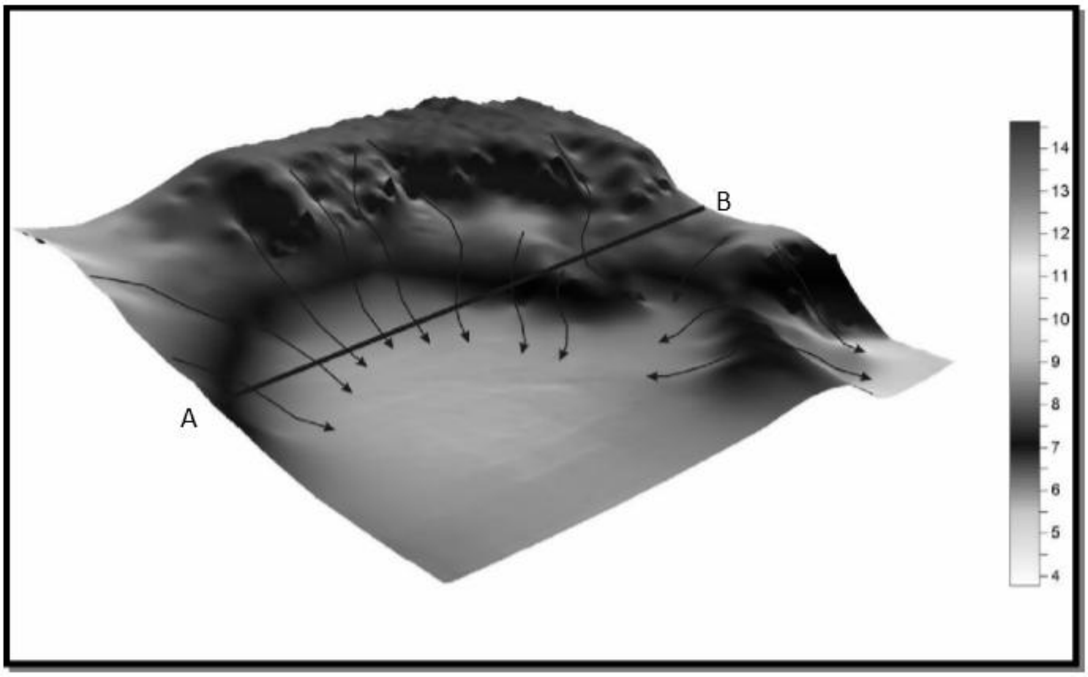
Gambar 1. Kolom stratigrafi daerah penelitian



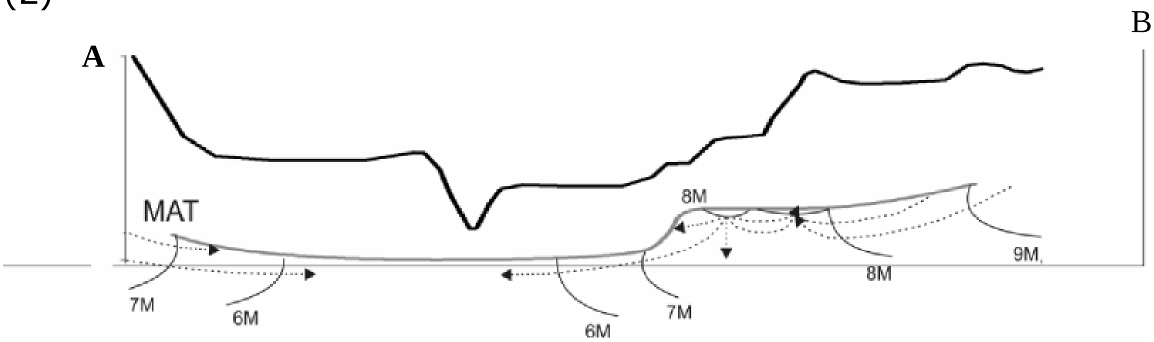
Gambar 2 .

Kontur 3D topografi dengan aliran air permukaan daerah penelitian

(1)



(2)



Gambar 3. Penampang 3D aliran air tanah daerah penelitian

Tabel 1. Nilai volume simpan daerah penelitian

No	Bulan	V_n (mM)	B_n (mM)	DRO (mM)	RO (mM)
1	Januari	19,79	27,53	113,88	141,42
2	Februari	18,01	22,68	74,78	97,46
3	Maret	26,40	26,65	125,34	152,00
4	April	14,63	24,62	45,96	70,5 9
5	Mei	11,67	15,78	45,86	61,64
6	Juni	2,91	8,75	-48,50	-39,75
7	Juli	0,72	2,18	-80,11	-77,92
8	Agustus	0,18	0,54	-81,80	-81,25
9	September	4,11	2,57	23,29	25,87
10	Oktober	8,93	7,83	45,23	53,06
11	November	17,97	16,14	90,11	106,25
12	Desember	15,49	20,08	62,92	83,00