

PREDIKSI KEDALAMAN DAN ANALISA POTENSI AIR BAWAH TANAH: STUDI KASUS KECAMATAN SENAPELAN KOTA PEKANBARU

Rahmi Saputri*, Juandi, Usman Malik

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Kampus Bina Widya

Jl. Prof. Mughtar Luthfi Pekanbaru, 28293, Indonesia

*e-mail: rahmi.sapu3@gmail.com

Abstrak

Penelitian tentang prediksi kedalaman dan analisa potensi air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru telah dilakukan dengan menggunakan metode beda hingga. Tujuan penelitian ini adalah untuk prediksi kedalaman dan menganalisa potensi air bawah tanah tahun 2018 sampai dengan tahun 2025 di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru dengan menggunakan program komputer aplikasi MATLAB R2015a. Hasil pengolahan data dimasukkan ke dalam program komputer, sehingga dapat dibuat model grafik kontur dan grafik mesh yang menggambarkan pola sebaran kedalaman air bawah tanah berdasar model permukaan Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru. Air bawah tanah diprediksi pada kedalaman 16 meter sampai 32 meter untuk tahun 2018 sampai dengan tahun 2025. Hasil prediksi kedalaman air bawah tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu Resapan (R), pengambilan air oleh penduduk (Ed), pengambilan air oleh industri (Ei), pengambilan air oleh fasilitas umum (Ef), pengambilan air oleh pelayanan jasa (Ep) dan pengambilan air oleh peternakan (Et).

Kata Kunci: Kedalaman; MATLAB; Air Bawah Tanah; Faktor-Faktor Lingkungan

Abstract

[Title: Depth Prediction and Analysis of Groundwater Potential: Case Study of Senapelan District City of Pekanbaru] *Research on depth prediction and analysis of underground water potential in the Senapelan Sub-district of Pekanbaru City has been carried out by using the finite difference method. The purpose of this study was to predict depth and to analyze underground water potential in 2018 to 2025 in the Senapelan Subdistrict of Pekanbaru City by using the computer program MATLAB R2015a application. The data processing results are included in the computer program, so that a contour and mesh graph model can be made which draws the depth distribution pattern of the underground water based on the surface model of the Senapelan District of Pekanbaru City. Underground water is predicted at a depth of 16 meters to 32 meters for 2018 to 2025. The prediction results of underground water depth are influenced by several factors: Absorption (R), water consumption by residents (Ed), water consumption by industry (Ei), water consumption by public facilities (Ef), water consumption by service company (Ep) and water consumption by farming (Et).*

Keywords: Depth; MATLAB; Underground Water; Environmental Factors

PENDAHULUAN

Ketersediaan air merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan, tidak satupun makhluk hidup di bumi ini tidak membutuhkan air, namun perlu disadari bahwa keberadaan air di muka bumi ini sangat terbatas menurut ruang dan waktu baik menurut kualitas dan kuantitas (Bouwer, 1978). Kebutuhan air bersih yang bersumber dari air bawah tanah di daerah tertentu meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan pertumbuhan populasi dan kegiatan pembangunan (Juandi, 2018). Proses perkembangan dan pembangunan di

Kecamatan Senapelan dapat mempengaruhi perubahan fungsi lahan atau penutupan lahan. Perubahan fungsi lahan akan berdampak berkurangnya lahan untuk resapan air tanah sehingga pengambilan air tanah menjadi terbatas.

Kecamatan Senapelan yang terdiri dari 42 RW dan 146 RT. Luas wilayah Kecamatan Senapelan adalah 6,65 km² dengan jumlah penduduk Kecamatan Senapelan mencapai 36.563 jiwa pada tahun 2017. Angka ini mengalami kenaikan berdasarkan data hasil proyeksi sebesar 0,05 persen dari tahun 2016 (BPS Kota Pekanbaru, 2018).

Peningkatan jumlah penduduk dan aspek pembangunan ekonomi di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru menyebabkan berkurangnya lahan ruang hijau untuk proses pembentukan air tanah.

Pengambilan air tanah melalui sumur-sumur akan mengakibatkan lengkung penurunan muka air tanah (*depression cone*). Keseimbangan baru dapat terjadi hanya jika laju pengambilan air tanah lebih kecil dari pengisian oleh air hujan pada daerah resapan (Hutasoit, 2009). Resapan air bawah tanah merupakan faktor yang sangat penting pada proses terbentuknya air bawah tanah yang berfungsi sebagai penyeimbang atau penentu terpeliharanya kelestarian air bawah tanah. Air bawah tanah merupakan salah satu sumber daya air yang paling baik untuk air bersih, yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, seperti kebutuhan rumah tangga, irigasi dan industri. Pengambilan air tanah yang banyak dan melampaui jumlah rata-rata dapat menyebabkan penurunan permukaan air tanah secara kontinu dan pengurangan potensi air tanah di dalam akuifer. Hal ini akan memicu terjadinya dampak negatif seperti penurunan kualitas air tanah dan penurunan permukaan tanah (Rejekiingrum, 2005).

Kondisi air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru perlu dianalisis sebab faktor pemanfaatan air bawah tanah oleh industri dan pembuatan sumur-sumur oleh penduduk di beberapa lokasi di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru, serta perubahan fungsi lahan dapat berdampak terhadap berkurangnya volume air bawah tanah, sehingga perlu dilakukan prediksi kedalaman dan menganalisa potensi air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru.

Air bawah tanah dapat didefinisikan sebagai semua air yang terdapat dalam ruang batuan dasar atau *regolith* atau aliran yang secara alami mengalir ke permukaan tanah melalui pancaran atau rembesan (Driscoll and Fletcher, 1987). Air bawah tanah terdapat di bawah permukaan tanah pada zona jenuh air (*zone of saturation*). Kebanyakan air bawah tanah berasal dari hujan, air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, ada yang mengalir di permukaan bumi (*run off*) dan ada yang meresap ke bawah permukaan bumi (*infiltration*). Sumberdaya air dapat mengalir kembali ke permukaan tanah sebagai mata air dan air rembesan, atau dapat pula dialirkan ke permukaan melalui sumur gali, sumur bor, dan sebagainya. Dengan demikian air tanah merupakan bagian dari sistem daur hidrologi.

Daerah resapan air adalah daerah masuknya air dari permukaan tanah ke dalam zona jenuh air sehingga membentuk suatu aliran air tanah yang

mengalir ke daerah yang lebih rendah. Daerah resapan air juga merupakan daerah tempat meresapnya air hujan kedalam tanah yang selanjutnya menjadi air tanah. Daerah resapan (*recharge*) disebut sebagai daerah dimana arah aliran air tanah menjauhi permukaan, daerah ini sangat penting dalam mengestimasi sumber air bawah tanah dan penentuan daerah konservasi daerah resapan. Perhitungan resapan air bawah tanah perlu mempertimbangkan sifat fisik batuan/tanah dan lokasi yang ada. Besarnya resapan ini dapat dihitung dengan Persamaan (Binnie and Partners, 1984):

$$R = Pc \times A \times Cr \quad (1)$$

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Simulasi Komputasi pada aplikasi MATLAB yang berfungsi untuk dapat menggambarkan model Dua dan Tiga Dimensi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru.

Perancangan Pemograman Simulasi Numerik

Simulasi numerik yang digunakan adalah menggunakan metode beda hingga (*Finite Difference Method*). Diskritisasi domain dilakukan dengan membagi daerah asal (domain) dan fungsi kontinu ke bentuk titik-titik diskrit.

Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode simulasi komputasi. Simulasi ini bertujuan untuk dapat memperoleh keberlanjutan potensi air bawah tanah dari tahun 2018-2025. Hal pertama yang harus dilakukan ialah mempersiapkan alat dan bahan pendukung penelitian. Adapun alat yang digunakan untuk pengolahan data berupa perangkat komputer yang terdapat software simulasi komputasi.

Kemudian pengumpulan data, data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang berhubungan dengan aspek *biofisik*, sosial ekonomi masyarakat dan kependudukan. Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut: Resapan oleh RTH (Ruang Terbuka Hijau), Kedalaman akuifer bebas tahun 2017 sebagai data awal, Karakteristik akuifer bebas (dari data sekunder) berupa *storativitas* dan *transmisisitas*, Pengambilan air bawah tanah oleh penduduk, industri, fasilitas umum, pelayanan jasa, perkebunan atau pertanian dan peternakan.

Pengukuran dilakukan di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru Provinsi Riau, hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan luas lahan terbuka

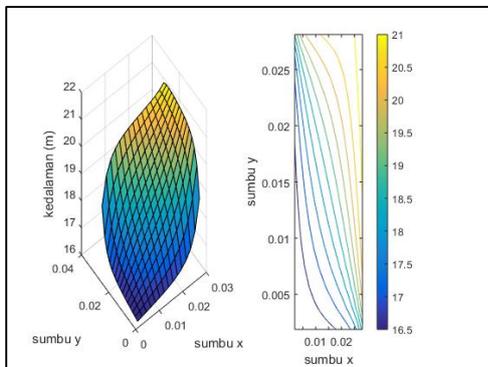
hijau (RTH) yang berfungsi untuk perhitungan total resapan air bawah tanah (R), menghitung total pengambilan air bawah tanah oleh penduduk (E_d), industri (E_i), Fasilitas Umum (E_f), Pelayanan jasa (E_p), Pertanian atau perkebunan (E_k), dan Peternakan (E_t). Parameter akuifer Storativitas (S) dan Transmisivitas (T) ditentukan dari informasi geologi dan pengukuran geolistrik di daerah studi Kota Pekanbaru Provinsi Riau Indonesia. Teori yang dibangun dalam penelitian ini didasarkan pada persamaan diferensial orde kedua yang telah dimodifikasi dan teori yang dibangun dalam penelitian ini didasarkan pada persamaan diferensial orde kedua yang telah dimodifikasi dan kemudian diselesaikan secara numerik menggunakan metode beda hingga (Juandi, M., & Sarkowi, M. 2016)

$$\frac{S}{T} \frac{h}{t} = \frac{2h}{x^2} + \frac{2h}{y^2} + \frac{R + E_d + E_i + E_p + E_f + E_k + E_t}{T} \quad (2)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi Kebutuhan Air Bawah Tanah Di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru

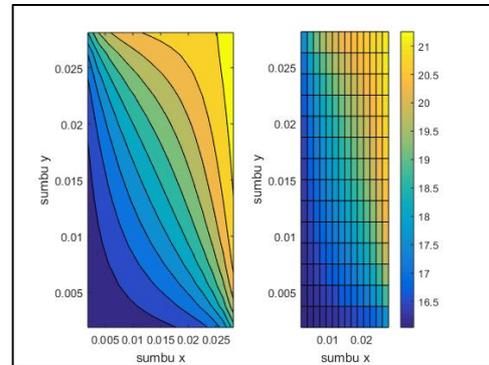
Berdasarkan data prediksi kebutuhan air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru dapat dibuat program komputer dengan menggunakan software MATLAB R2015a, sehingga dapat dibuat model grafik kontur dan grafik mesh yang menggambar pola sebaran kedalaman air bawah tanah berdasar model permukaan Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru. Adapun program yang dijalankan adalah input data, kondisi syarat awal dan syarat batas, proses, dan output.



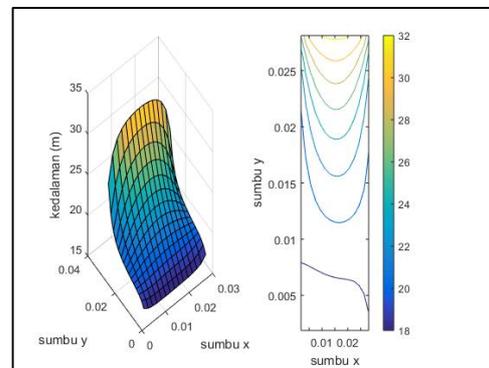
Gambar 1. Model tiga dimensi prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2018

Gambar 1 merupakan hasil dari simulasi tiga dimensi grafik kontur dan grafik mesh model kedalaman air bawah tanah untuk prediksi di

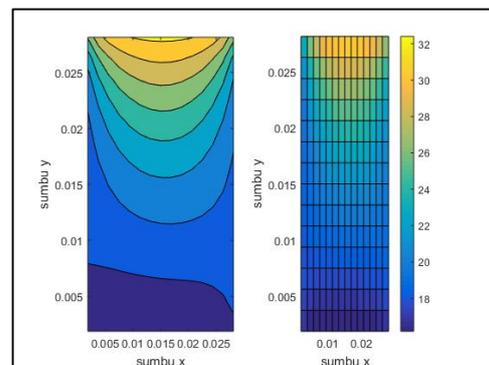
Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru yang akan terjadi pada tahun 2018. Sedangkan Gambar 2 merupakan hasil dari simulasi dua dimensi grafik kontur permukaan dan grafik bidang model kedalaman air bawah tanah untuk prediksi Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru yang akan terjadi pada tahun 2018.



Gambar 2. Model dua dimensi prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2018



Gambar 3. Model tiga dimensi prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2025



Gambar 4. Model dua dimensi prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2025

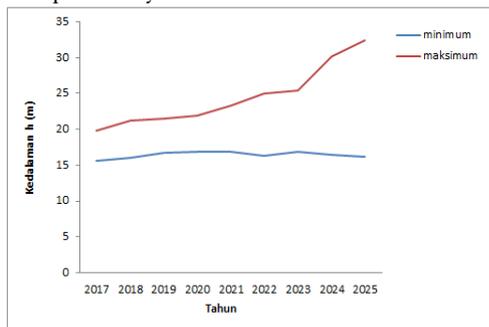
Gambar 3 merupakan hasil dari simulasi tiga dimensi grafik kontur dan grafik mesh model

kedalaman air bawah tanah untuk prediksi di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru yang akan terjadi pada tahun 2025. Sedangkan Gambar 4 merupakan hasil dari simulasi dua dimensi grafik kontur permukaan dan grafik bidang model kedalaman air bawah tanah untuk prediksi Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru yang akan terjadi pada tahun 2025.

Tabel 1. Data Kedalaman Air Bawah Tanah Minimum dan Maksimum Tahun 2017-2025.

Tahun	h_{\min} (m)	h_{\max} (m)
2017	15,5673	19,7447
2018	16,0408	21,2536
2019	16,7682	21,5204
2020	16,9078	21,9601
2021	16,9311	23,3681
2022	16,3394	24,9407
2023	16,9075	25,4346
2024	16,4165	30,1529
2025	16,1857	32,4051

Tabel 1 merupakan data perubahan kedalaman air bawah tanah mulai dari tahun 2017-2025 di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru yang menunjukkan kedalaman minimum dan kedalaman maksimum yang mengalami peningkatan secara terus menerus setiap tahun. Peningkatan ini dipengaruhi oleh semakin bertambah konsumsi air oleh penduduk yang secara terus menerus bertambah setiap tahunnya.



Gambar 5. Grafik Kedalaman Air Bawah Tanah Minimum dan Maksimum Tahun 2017-2025

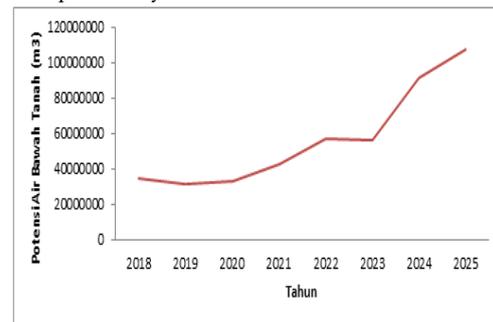
Grafik kedalaman air bawah tanah minimum dan maksimum tahun 2017-2025 dapat dilihat pada Gambar 5 yang memperlihatkan perubahan yang sangat kecil pada tiap tahunnya, hal ini menunjukkan bahwa pemakaian air bawah tanah untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru masih bisa dieksploitasi dalam masa waktu yang masih panjang.

Tabel 2. Prediksi Potensi Air Bawah Tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru 2017-2025

Tahun	Ketebalan (m ²)	Potensi Air Bawah Tanah (m ³)
-------	-----------------------------	---

2018	5,2128	34.665.120
2019	4,7522	31.602.130
2020	5,0523	33.597.795
2021	6,4370	42.806.050
2022	8,6013	57.198.645
2023	8,5271	56.705.215
2024	13,7364	91.347.060
2025	16,2194	107.859.010

Tabel 2 merupakan data prediksi potensi air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2018-2025. Dapat dilihat pada tabel tersebut prediksi potensi air bawah tanah mengalami peningkatan dan penurunan setiap tahun, ini diakibatkan konsumsi air berbeda-beda setiap tahunnya.



Gambar 6 Grafik Potensi Air Bawah Tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru Tahun 2018-2025

Grafik potensi air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru tahun 2018-2025 dapat dilihat pada Gambar 6 yang memperlihatkan peningkatan dan penurunan setiap tahun, ini diakibatkan konsumsi air berbeda-beda setiap tahunnya.

KESIMPULAN

Prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2025 dengan nilai minimum berturut-turut ialah 16,0408 m, 16,7682 m, 16,9078 m, 16,9311 m, 16,3394 m, 16,9075 m, 16,4165 m, 16,1857 m, sedangkan nilai maksimum berturut-turut ialah 21,2536 m, 21,5204 m, 21,9601 m, 23,3681 m, 24,9407 m, 25,4346 m, 30,1529 m, 32,4051 m.

Hasil prediksi kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu Resapan (R) 908.249 m³/tahun, pengambilan air oleh penduduk (E_d) 1.776.961,8 m³/tahun, pengambilan air oleh industri (E_i) 2.392,5 m³/tahun, pengambilan air oleh fasilitas umum (E_f) 195.472 m³/tahun, pengambilan air oleh pelayanan jasa (E_p)

611.640.720 m³/tahun dan pengambilan air oleh peternakan (*Et*) 41.975 m³/tahun.

Prediksi potensi air bawah tanah mengalami peningkatan dan penurunan disetiap tahun, ini diakibatkan konsumsi air berbeda-beda setiap tahunnya. Prediksi potensi air bawah tanah tertinggi pada tahun 2025 yaitu sebesar 107.859.010 m³ dan prediksi potensi air bawah tanah terendah pada tahun 2019 yaitu sebesar 31.602.130 m³.

Hasil simulasi yang telah diperoleh menunjukkan bertambahnya kedalaman air bawah tanah di Kecamatan Senapelan Kota Pekanbaru dari tahun 2017 sampai tahun 2025 hal ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tiap tahunnya sehingga pemakaian air sesuai dengan faktor pertumbuhan yang mempengaruhi konsumsi air bawah tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Kumpulan Panduan Teknis Pengelolaan Air Tanah*. Jakarta: Direktorat Tata Lingkungan Geologi dan Kawasan Pertambangan, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral.
- Apriani. 2017. *Analisis Perubahan Kedalaman Akuifer Bebas Terhadap Faktor-Faktor Lingkungan Terintegral Di Kota Pekanbaru*. Skripsi. Pekanbaru: Program Studi Fisika FMIPA Universitas Riau.
- Binnie and Partners. 1984. *Applied Hydrogeology Third Edition*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Bisri, Mohammad dan Prastya, Titah Andalan N. 2009. Imbuan Air Tanah Buatan untuk Mereduksi Genangan (Studi Kasus Di Kecamatan Batu Kota Batu). *Jurnal Rekayasa Sipil*. Volume 3, Nomor 1.
- Bouwer, Herman. 1978. *Ground Water Hidrology*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- BPPD. 2015. *Informasi Kota Pekanbaru 2015*. Pekanbaru: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Pekanbaru.
- BPS. 2018. *Kecamatan Senapelan Dalam Angka 2018*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru.
- BPS. 2018. *Peta Indeks Wilayah Provinsi Riau 2017*. Pekanbaru: Badan Pusat Statistik Provinsi Riau.
- Dinas Tata Ruang Kota Pekanbaru, 2011. Ruang Terbuka Hijau Kota Pekanbaru.
- Driscoll and Fletcher, G. 1987. *Groundwater and Wells*, Jhonson Division, St. Paul, Minnesota.
- Felter, C.W. 1994. *Applied Hydrology, Third Edition*. New Jersey: Prentice, Hall, Englewood Cliffs.
- Gerald C.F. 1978. *Applied Numerical Analysis*. Tokyo: Addison-Wesley, Publishing Company.
- Guymon, G. 1994. *Unsaturated Zone Hydrology*, Englewood Cliffs, New Jersey, PTR Prentice Hall, 2010.
- Hadiwidjojo, P. 1987. *Kamus Hidrologi*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hutasoit, L.M. 2009. Kondisi Permukaan Air Tanah dengan dan Tanpa Peresapan Buatan di Daerah Bandung. *Jurnal Geology Indonesia*. 01.4, No.3, P. 177-188.
- Juandi, M., & Sarkowi, M. (2016). 2D Groundwater Depth for Analysis of The Zone Unconfined Aquifer. *INSIST*, 1(1), 16-19.
- Juandi, M. (2018). The Interpretation of Underground Water Physical Parameters of Housing in the Region of Asahan Indah Palm Oil Factory Area Rokan Hulu District. *Open Journal of Modern Hydrology*, 8(04), 119.
- Kodoatie, Robert J., dan Roestam, Sjarief. 2005. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Yogyakarta: Andi.
- Kusnaedi. 1995. *Mengolah Air Gambut dan Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Linsley, R.K., M.A. Kohler, dan J.L.H. Paulhus. 1989. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Penerjemah Yandi Hermawan. Jakarta: Erlangga.
- Mardi, W. 2006. *Model Penelitian Kawasan Resapan Air untuk Perencanaan Tata Ruang Berwawasan Lingkungan*. Jakarta: Riset Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi.
- Rejekiingrum, P., Aruyana, Y., dan Ramadani, F. 2005. Pendayagunaan Sumberdaya Air Untuk Pengembangan Kapas di Sulawesi Selatan. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Salim ,E. 1979. *Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Jakarta: Mutiara Sumber Widjaya.
- Seyhan, E. 1995. *Fundamentals of Hydrology* 2nd Edition. Enschede: ITC.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. 2002. *Penyusunan Neraca Sumber Daya – Bagian 1: Sumber Daya Air*

- Spasial* (SNI 19-6728.1-2002). Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology* 2nd Edition. New York: John Willey & Sons.
- Usmar, H., dan Hakim R.T. 2006. *Pemanfaatan Air Tanah untuk Keperluan Air Baku Industri di Wilayah Kota Semarang Bawah*. Semarang: Undip.
- Wahyudi, H. 2009. Kondisi dan Potensi Dampak Pemanfaatan Air Tanah di Kabupaten Bangkalan, *Jurnal Aplikasi*. Vol.7 No. 1. P. 14-19.