

PREDIKSI KEDALAMAN MUKA AIR TANAH DI LAHAN GAMBUT MENGUNAKAN METODE REGRESI DI KHG PULAU TEBING TINGGI

Neneng Sari Nensi¹⁾, Sigit Sutikno²⁾, Yohanna Lilis Handayani³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293 Email : neneng.sarinengsi@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The forest fires that occurred in 2015 were very severe in the past 20 years. The forest fires caused a haze disaster for several months. The depth of groundwater plays an important role as a key in determining the risk of a fire occurring on peatlands. The purpose of this study is to create a hydrological model to predict the depth of the groundwater surface as a parameter for potential fires on peatlands using regression analysis. The location of the research is the village of Sungai Tohor. The data used for modeling are rainfall data and groundwater depth data that have been recorded historically on peatlands by installing SESAME at the research location and obtained data through the website address web.sesame-system.com. Regression analysis was performed using five data length scenarios, namely 1 month, 3 months, 6 months, 9 months, and 12 months to determine the period that could represent the hydrological conditions in the field. The results showed that the regression analysis with data lengths of 1 month, 3 months, 6 months, and 12 months gave the best prediction results for groundwater levels with strong correlation coefficient values of 0.80, 0.93, 0.89 and 0.94. Meanwhile, groundwater level prediction using regression analysis with 6 months length of data gives results with a moderate correlation value of 0.56.

Key words: correlation value, groundwater level, peatlands, regression analysis.

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan yang terjadi pada tahun 2015 di beberapa wilayah di Indonesia merupakan kebakaran hutan yang sangat parah sepanjang 20 tahun terakhir. Kebakaran hutan tersebut mengakibatkan bencana kabut asap hingga beberapa bulan. Analisis *Greenpace* menunjukkan bahwa sekitar 40% titik api pada kebakaran hutan tahun 2015 berlokasi di lahan gambut. Lahan gambut secara alami bersifat selalu basah atau lembab. Akan tetapi, dalam pemanfaatan lahan gambut saat ini cenderung menjadikan lahan gambut sebagai lahan kering untuk usaha perkebunan, hutan tanaman dan lain sebagainya.

Selain itu, gambut memiliki sifat *irreversible drying*, yakni saat gambut mengalami kekeringan berlebihan (*over drained*) sifat koloid gambut menjadi rusak sehingga gambut tidak dapat kembali

memegang air (Widyati, 2011). Menurut Chotimah (2002), gambut akan kehilangan air tersedia setelah mengalami kekeringan selama 4 - 5 minggu. Selain tidak dapat memegang air, gambut yang sudah telanjur kering tidak dapat lagi menyerap unsur hara. Akibatnya gambut berubah sifat seperti arang sehingga pada musim kemarau sangat rawan terhadap kebakaran. Interaksi antar curah hujan, jenis batuan, penggunaan tanah (vegetasi), jenis tanah dan jaringan sungai sangat mempengaruhi fluktuasi air tanah. Pada musim penghujan muka air tanah akan mengalami peningkatan dan pulih karena proses pengisian kembali (*groundwater recharge*).

Upaya yang dilakukan pemerintah untuk mengendalikan kebakaran lahan gambut sejauh ini masih sebatas pemadaman kebakaran dan tidak ada upaya pencegahan yang signifikan (Supriatna, 2018). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pencegahan untuk mengantisipasi

peristiwa tersebut. Upaya pencegahan yang dapat dilakukan adalah memprediksi kedalaman muka air tanah sebagai acuan untuk peringatan dini risiko kebakaran di lahan gambut.

Provinsi Riau adalah salah satu wilayah yang sering terjadi kebakaran hutan. Oleh karena itu, penelitian dilakukan di Riau dengan pemasangan alat *Sensory Data Transmission Service Assisted by Midori Engineering (SESAME)* di Desa Lukun dan Desa Sungai Tohor Kabupaten Kepulauan Meranti. Pemasangan alat *SESAME* ini adalah untuk mendapatkan data kedalaman muka air tanah pada lahan gambut sebagai parameter untuk menilai risiko terjadinya kebakaran lahan gambut. Data yang diperoleh dari rekaman alat *SESAME* adalah data iklim dan hidrologi. Data yang direkam secara historis dengan alat tersebut antara lain data hujan, data kenaikan dan penurunan muka air tanah, dan data iklim. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya serta acuan tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana model hidrologi dengan metode regresi untuk prediksi Muka Air Tanah sebagai acuan dalam peringatan dini risiko kebakaran di lahan gambut tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Hidrologi Gambut

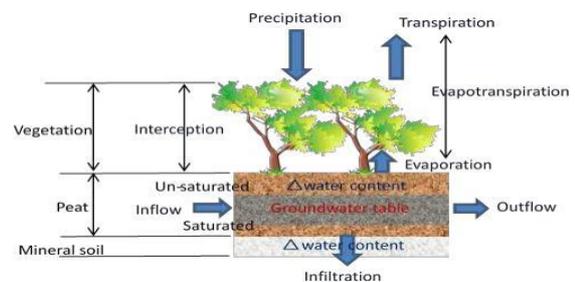
Siklus hidrologi adalah sebuah proses pergerakan air dari bumi ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara kontinu. Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya penguapan air ke udara. Air yang menguap tersebut kemudian mengalami proses kondensasi (penggumpalan) di udara yang kemudian membentuk gumpalan-gumpalan yang dikenal dengan istilah awan (Triatmodjo, 2008).

Jumlah keseluruhan air di muka bumi ini relatif tetap dari masa ke masa. Air tersebut mengalami suatu siklus melalui rangkaian peristiwa yang berlangsung terus menerus, dimana kita tidak bisa mengetahui kapan dan dari mana berawalinya dan kapan pula berakhirnya. Serangkaian peristiwa tersebut dikenal dengan nama siklus hidrologi (Suripin, 2004).

Air menguap dari permukaan bumi akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan air tersebut sangat bervariasi, terbesar terjadi di dekat ekuator, dimana daerah dekat dengan ekuator radiasi matahari lebih kuat. Uap air tersebut adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak.

Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan ataupun salju. Presipitasi yang jatuh dipermukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara. Sebagian akan tertahan sementara di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air yang dikenal dengan simpanan depresi. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai.

Hal ini disebut aliran atau limpasan permukaan. Jika permukaan tanah porous, maka sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (evapotranspirasi).



Gambar 1. Prinsip Keseimbangan Air pada Suatu Bagian Lahan Gambut
Sumber : (Takahashi, 2017)

Berdasarkan Gambar 1. selisih antara sumber air yang masuk ke dalam sistem dengan yang keluar merupakan penambahan atau pengurangan muka air tanah dari kondisi semula. Sumber air yang masuk ke dalam sistem adalah air hujan dan aliran antara yang masuk, sedangkan sumber air yang keluar adalah evapotranspirasi, infiltrasi, dan aliran antara yang keluar dari sistem.

Berdasarkan ilustrasi prinsip keseimbangan pada Gambar 2.1 maka perubahan kedalaman muka air tanah harian adalah selisih antara kenaikan muka air tanah akibat hujan harian dengan penurunan muka air tanah akibat evapotranspirasi harian. Secara matematis, kondisi tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut.

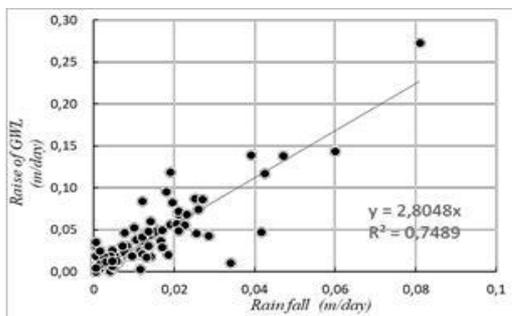
(1)

Dengan:

dW = perubahan permukaan air tanah setiap hari,

dW_{rain} = peningkatan harian tingkat muka air tanah oleh curah hujan,

dW_{loss} = kehilangan harian tingkat air tanah dengan evapotranspirasi dan limpasan.



Gambar 2. Nilai Peningkatan Harian Tingkat Muka Air Tanah Oleh Curah Hujan
Sumber : (Takahashi, et al., 2017)

Berasarkan contoh Gambar 2., maka analisis nilai kehilangan air tanah per hari dapat menggunakan Persamaan (2).

$$Y = 2,8048x \quad (2)$$

Dengan:

Y = dW_{rain} ,

x = jumlah curah hujan per hari.

Setelah mendapatkan persamaan untuk

dW_{rain} langkah selanjutnya adalah tahapan validasi dengan menggunakan Rumus 3.

(3)

dengan:

= tinggi muka air tanah hari berikutnya,

= tinggi muka air tanah saat ini.

Koefisien Korelasi (R)

Koefisien korelasi dilambangkan dengan huruf R. Nilai koefisien korelasi(R) dapat bervariasi dari -1 sampai +1. Nilai R yang mendekati -1 atau +1 menunjukkan hubungan yang kuat antara dua variabel dan nilai R yang mendekati 0 menandakan lemahnya hubungan antara dua variabel. Koefisien korelasi dilakukan untuk menentukan jumlah data yang tepat sehingga permodelan untuk prediksi tinggi muka air tanah dapat akurat dan berfungsi untuk mengetahui pengaruh besaran curah hujan terhadap kenaikan muka air tanah (Putra, 2019). Klasifikasi besaran nilai koefisien korelasi (R) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria nilai koefisien korelasi

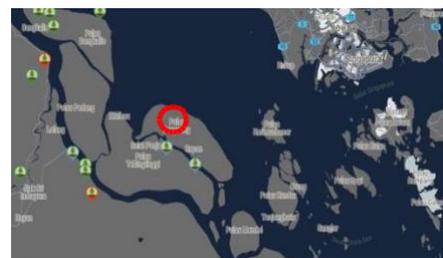
Nilai Koefisien	Kriteria Hubungan
Korelasi R	
0,0	Tidak ada korelasi
0,0 – 0,5	Korelasi lemah
0,5 – 0,8	Korelasi sedang
0,8 – 1,0	Korelasi kuat
1,0	Korelasi sempurna

Sumber : (Siagian & Sugiarto, 2006)

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Tebing Tinggi, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. Penelitian ini dilakukan di Desa Sungai Tohor. Desa Sungai Tohor merupakan desa yang terletak di kecamatan Tebing Tinggi Timur, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. Kecamatan Tebing Tinggi Timur merupakan hasil pemekaran wilayah dari Kecamatan Tebing Tinggi. Wilayah Kecamatan Tebing Tinggi Timur terdiri dari 7 desa, yaitu Desa Lukun, Desa Sungai Tohor, Desa Nipah Sendanu, Desa Tanjung Sari, Desa Tanjung Gadai, Desa Teluk Buntal, Desa Kepau Baru.



Gambar 3. Lokasi Penelitian di Desa Sungai Tohor

Sumber : (Brg, 2019)

Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan pengumpulan data iklim berupa data curah hujan dan data tinggi permukaan air tanah yang diperoleh dari pengukuran alat SESAME melalui website *web.sesame-system.com*. Data yang digunakan adalah data periode 18 Juli 2017 sampai 02 Desember 2018.

Jumlah data yang ada yakni sebanyak 18 bulan, kemudian dikategorikan kedalam 5 pemodelan data, yaitu data per 1 bulan, 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan dan 12 bulan. Dari 5 pemodelan data, data per 1 bulan memiliki 2 variasi skenario, data per 3 bulan memiliki 3 variasi skenario, data per 6 bulan memiliki 2 variasi skenario, data per 9 bulan memiliki 3 variasi skenario, dan data per 12 bulan memiliki 3 variasi skenario. Skenario pemodelan merupakan proses untuk pemilihan data yang akan digunakan untuk melakukan analisis. Selanjutnya, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software *Microsoft Excel* dengan menghasilkan sebuah persamaan.

Persamaan yang dihasilkan tersebut digunakan untuk menghitung nilai dW_{loss} dan dW_{rain} . Setelah didapatkan nilai dW_{loss} dan dW_{rain} langkah selanjutnya adalah menghitung prediksi tinggi muka air tanah untuk hari-hari berikutnya dengan menggunakan data dW_{rain} . Hal tersebut dikarenakan perubahan tinggi muka air tanah sangat dipengaruhi oleh curah hujan yang terjadi. Dari hasil analisis tinggi muka air tanah tersebut, maka dapat dilakukan perbandingan antara tinggi muka air tanah yang terukur dengan prediksi tinggi muka air tanah untuk rentang waktu tertentu yang telah dihitung.

Pada langkah terakhir dilakukan evaluasi terhadap model hidrologi yang dihasilkan. Evaluasi ketelitian model dilakukan setelah hasil analisis didapatkan yakni dengan menggunakan indikator koefisien korelasi (R). Koefisien korelasi terhadap model digunakan untuk mendapatkan nilai korelasi antara tinggi muka air tanah yang terukur dengan hasil prediksi tinggi muka air tanah yang diperoleh. Nilai koefisien korelasi yang didapatkan menunjukkan tingkat ketidakpastian yang dimiliki oleh suatu model dalam memprediksi proses hidrologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skenario Pemodelan Data

Permodelan data untuk menganalisis prediksi fluktuasi muka air tanah (MAT) dilakukan dengan menggunakan 5 variasi periode data. Variasi pemodelan periode data dapat dilihat pada Tabel 2.

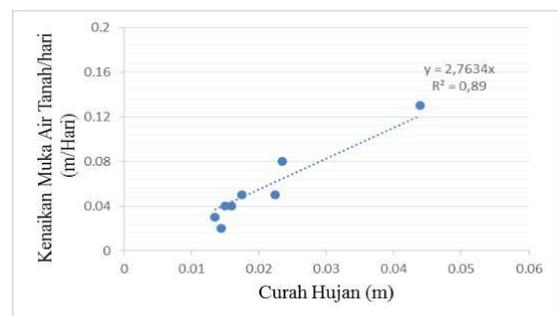
Pemodelan hidrologi dilakukan dengan pemilihan periode panjang data tertentu. Hal ini dilakukan untuk menganalisis pada periode waktu yang mana respon perubahan muka air tanah terhadap curah hujan yang dapat mewakili kondisi ini secara keseluruhan.

Tabel 2. Variasi Periode Data

Periode	Waktu
1	September 2017
2	Oktober 2017 - Desember 2018
3	Agustus 2017 - Januari 2018
4	Agustus 2017 - April 2018
5	Agustus 2017 - Juli 2018

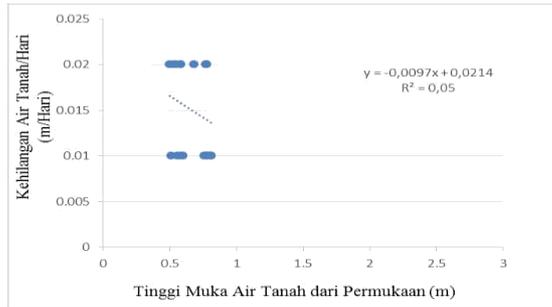
Analisis Regresi

Dari analisis regresi didapatkan grafik yang memberikan suatu persamaan untuk menghitung dW_{rain} , dW_{loss} dan nilai koefisien determinasi (R^2) seperti yang terlihat pada Gambar 4.1 – Gambar 10.



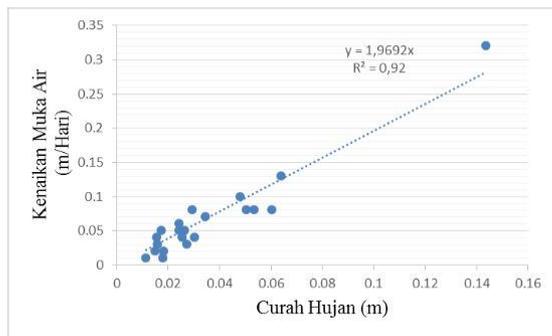
Gambar 4. Peningkatan harian muka air tanah oleh curah hujan periode 1

Periode 1 adalah periode September 2017. Pada periode 1 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) peningkatan harian muka air tanah yang sebesar 0,89.



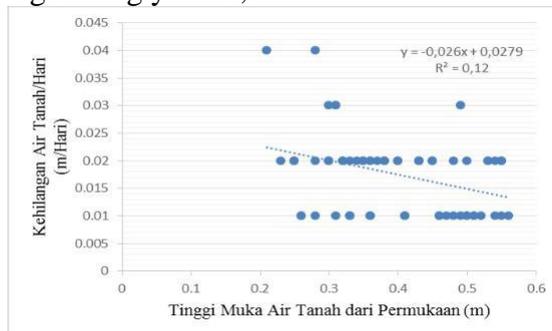
Gambar 5. Penurunan harian muka air tanah periode 1

Sedangkan pada periode 1 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) penurunan harian muka air tanah yaitu 0,05.



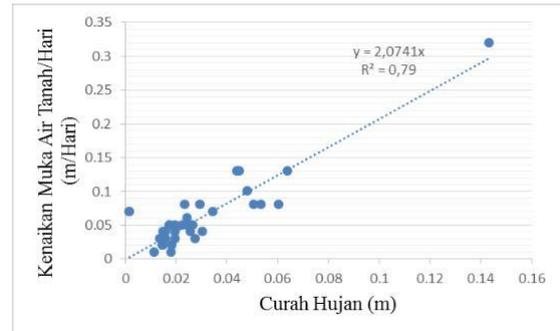
Gambar 6. Peningkatan harian muka air tanah oleh curah hujan periode 2

Periode 2 adalah periode antara Oktober 2017 - Desember 2018. Pada periode 2 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) peningkatan harian muka air tanah yang sedang yaitu 0,92.



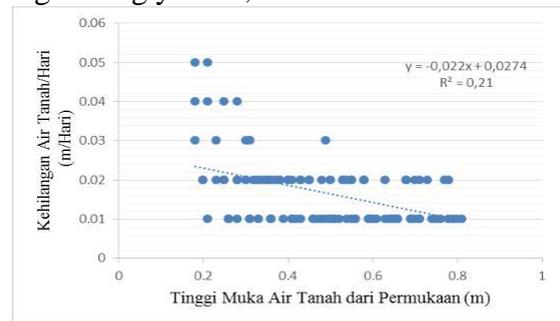
Gambar 7. harian muka air tanah periode 2

Untuk periode 2 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) penurunan harian muka air tanah yaitu 0,12.



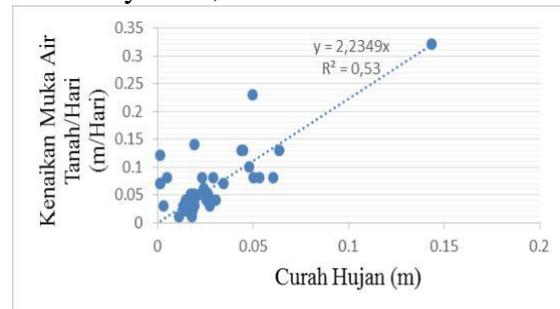
Gambar 8. Peningkatan harian muka air tanah oleh curah hujan periode 3

Periode 3 adalah periode antara bulan Agustus 2017 - Januari 2018. Pada periode 3 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) peningkatan harian muka air tanah yang sedang yaitu 0,79.



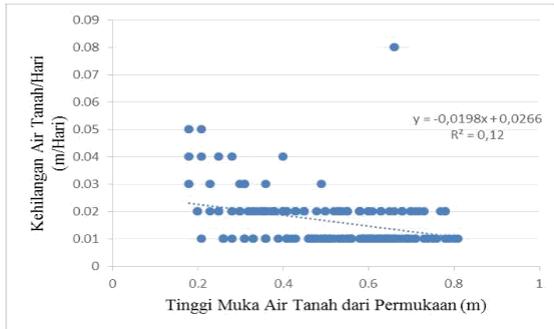
Gambar 9. Penurunan harian muka air tanah periode 3

Pada periode 3 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) penurunan harian muka air tanah yaitu 0,21.



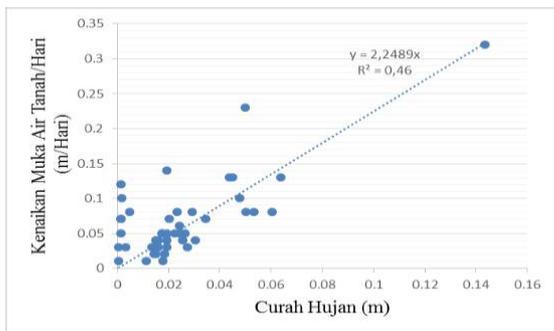
Gambar 10. Peningkatan harian muka air tanah oleh curah hujan periode 4

Periode 4 adalah periode antara bulan Agustus 2017 - April 2018. Pada periode 4 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) peningkatan harian muka air tanah yang sedang yaitu 0,53.



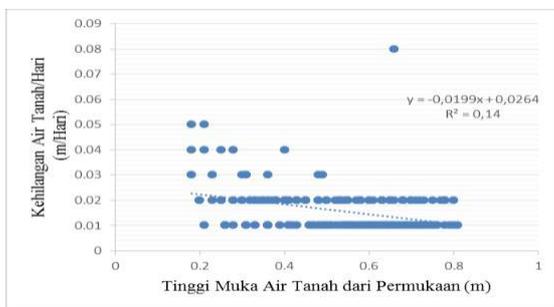
Gambar 11. Penurunan harian muka air tanah periode 4

Pada periode 4 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) penurunan harian muka air tanah yaitu 0,12.



Gambar 12. Peningkatan harian muka air tanah oleh curah hujan periode 5

Periode 5 adalah periode antara bulan Agustus 2017 - Juli 2018. Pada periode 5 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) peningkatan harian muka air tanah yang sedang yaitu 0,46.



Gambar 13. Penurunan harian muka air tanah periode 5

Pada periode 5 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) penurunan harian muka air tanah yaitu 0,14.

Prediksi perubahan tinggi muka air tanah dilakukan dengan menggunakan persamaan regresi

berdasarkan hasil analisis regresi antara besaran hujan terhadap kenaikan muka air tanah (dW_{rain}) dan antara kedalaman muka air tanah dengan kehilangan air tanah (dW_{loss}). Prediksi perubahan tinggi muka air tanah didapatkan dengan membandingkan hasil analisis prediksi perubahan tinggi muka air tanah dengan data tinggi muka air tanah yang telah terukur pada alat SESAME yang ditunjukkan dengan nilai koefisien korelasi (R). Adapun nilai koefisien korelasi untuk pemodelan dengan skenario yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Koefisien (R) Data Terukur dengan Data Prediksi

No	Periode Bulan	Koefisien Korelasi (R)
1	September 2017	0,80
2	Oktober 2017 - Desember 2018	0,93
3	Agustus 2017 - Januari 2018	0,56
4	Agustus 2017 - April 2018	0,89
5	Agustus 2017 - Juli 2018	0,94

Tabel 3 menunjukkan semakin panjang periode bulan maka nilai korelasi semakin bagus. Hal ini menjelaskan bahwa semakin banyak data yang digunakan maka sumbangan respon curah hujan terhadap kenaikan tinggi muka air tanah maka prediksi dapat diwakili dengan baik pada periode data tersebut.

Sedangkan pada periode data 6 bulan yakni periode Agustus 2017 – Januari 2018 nilai korelasi menurun, hal ini dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara data yang diberikan dengan kondisi cuaca yang sebenarnya. Misal, pada kondisi kemarau data curah hujan yang diberikan cukup tinggi, sehingga tinggi muka air tanah tidak mengalami respon kenaikan akibat curah hujan.

Dari Tabel 3 diperoleh pada periode Agustus 2017 – Juli 2018 memberikan nilai korelasi yang paling

baik yakni sebesar 0,94. Grafik perbandingan fluktuasi muka air tanah hasil prediksi dengan data terukur pada periode Agustus 2017 – Juli 2018 dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Perbandingan Fluktuasi Muka Air Tanah Hasil Prediksi dengan Data Terukur untuk Periode Bulan Agustus 2017 – Juli 2018

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pemodelan hidrologi dengan menggunakan analisis regresi untuk prediksi fluktuasi muka air tanah memberikan hasil yang baik. Hasil prediksi dengan 1 bulan data, koefisien korelasinya adalah 0,80. Sedangkan, koefisien korelasi untuk 3 bulan, 6 bulan, 9 bulan, dan 12 bulan data berturut-turut adalah 0,93 ; 0,56 ; 0,89 ; 0,94.
2. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis regresi dengan panjang periode data 12 bulan memberikan hasil prediksi muka air tanah yang terbaik dengan nilai koefisien korelasi 0,94. Hal ini menjelaskan bahwa semakin panjang periode bulan atau periode waktu maka hasil korelasi akan semakin bagus. Pada periode data 6 bulan nilai korelasi menurun, hal ini dapat terjadi karena adanya ketidaksesuaian antara data yang diberikan dengan kondisi cuaca yang sebenarnya. Misal, pada kondisi kemarau data curah hujan

yang diberikan cukup tinggi, sehingga tinggi muka air tanah tidak mengalami respon kenaikan akibat curah hujan.

Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan agar selanjutnya memperoleh hasil yang lebih baik adalah agar memperhatikan kondisi alat dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Brg Sipalaga. (2019). *Sistem Pemantauan Air Lahan Gambut Badan Restorasi Gambut*. Retrieved from SIPALAGA: <http://sipalaga.brg.go.id/>
- Putra, Niko Erdi. (2019). *Model Prediksi Kedalaman Muka Air Tanah pada Lahan Gambut Tropis. Aplikasi Teknologi (APTEK)*
- Siagian, D., & Sugiarto. (2006). *Metode Statistika Untuk Bisnis dan Ekonomi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Takahashi, H. (2017). *Monitoring and forecast of groundwater level in a tropical peatland and a rice field - Central Kalimantan, West Kalimantan, Jambi, Riau and Central Jawa Provinces, Indonesia*. Purwakarta.

Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*.
Yogyakarta: Beta Offset.

Widyati, E. (2011). Kajian Optimasi
Pengelolaan Lahan Gambut dan Isu
Perubahan Iklim. *Pusat Litbang
Konservasi dan Rehabilitasi*, 58.