

# KAJIAN POTENSI DEBIT MATA AIR DALAM RANGKA PENERBITAN IZIN PEMANFAATAN AIR BAKU DI HULU SUNGAI BENGAWAN SOLO

## ***STUDY OF POTENTIAL SPRING WATER DISCHARGE FOR THE ISSUANCE OF RAW WATER UTILIZATION LICENSE IN THE UPPER BENGAWAN SOLO RIVER***

<sup>1</sup>Wulan Seizarwati, <sup>2</sup>Novaldy Agnial Fikri, <sup>3</sup>Muhsyonati Syahidah, <sup>4</sup>Abdullah Husna,  
<sup>5</sup>Ryan Dzulfikar Ahmad, <sup>6</sup>Sri Wahyu Kusumastuti

<sup>1,2,3,4,5</sup>Balai Air Tanah, Direktorat Air Tanah dan Air Baku, Direktorat Jenderal SDA  
Kementerian PUPR, <sup>6</sup>Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, Direktorat Jenderal SDA  
Kementerian PUPR

<sup>1</sup>wulanseizarwati@gmail.com

### **Abstrak**

*Undang – Undang Sumber Daya Air No. 17 Tahun 2019 mengamanatkan bahwa pendayagunaan sumber daya air meliputi sumber air permukaan dan sumber air lainnya termasuk mata air. Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No. 01/PRT/M/2016 tentang Tata Cara Perizinan Pengusahaan Sumber Daya Air dan Penggunaan Sumber Daya Air, terdapat persyaratan teknis yang harus dipenuhi dalam pemanfaatan mata air. Sebelum menentukan debit pemanfaatan yang diizinkan maka perlu diketahui terlebih dahulu potensi atau keandalan debit mata air tersebut. Kajian ini bertujuan untuk menghasilkan volume pemanfaatan air yang diizinkan dari mata air untuk kepentingan air baku. Studi kasus dilakukan pada mata air Cokro yang dimanfaatkan oleh PDAM Kota Surakarta V di bawah pengelolaan BBWS Bengawan Solo. Kajian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu penentuan jenis mata air, deliniasi daerah tangkapan, pengukuran debit sesaat dan uji kualitas air fisik, serta penerapan model hidrologi untuk mendapatkan debit andalan mata air. Hasil kajian menunjukkan bahwa mata air Cokro diperkirakan terbentuk akibat permukaan tanah memotong muka air tanah atau dapat dikategorikan sebagai mata air depresi. Hasil perhitungan debit andal Q90 mata air Cokro adalah 500 L/det, sedangkan debit yang diusulkan sebesar 400 L/det. Oleh karena itu perusahaan mata air ini direkomendasikan untuk diizinkan dengan persyaratan tertentu sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kajian potensi debit mata air ini diharapkan dapat dijadikan acuan oleh BBWS Bengawan Solo ataupun BBWS/ BWS lainnya dalam memberikan rekomendasi teknis perizinan pemanfaatan mata air.*

**Kata Kunci:** air baku, Bengawan Solo, mata air, pendayagunaan SDA, potensi debit

### **Abstract**

*Water Resources Law no. 17 of 2019 mandates that the utilization of water resources includes surface water sources and other water sources including springs. Based on the Minister of PUPR Regulation No. 01/PRT/M/2016 concerning Procedures for Licensing of Water Resources and Use of Water Resources, there are technical requirements that must be met in the utilization of springs. Before determining the permitted utilization discharge, it is necessary to first know the potential or reliability of the spring discharge. This study aims to produce the permitted volume of water utilization from springs for raw water purposes. The case study was carried out on Cokro springs used by PDAM Surakarta City V under the management of BBWS Bengawan Solo. This study includes several stages, namely determining the type of spring, delineation of the catchment area, measurement of instantaneous discharge and physical water quality testing, as well as the application of a hydrological model to obtain a reliable spring discharge. The results of the study indicate that Cokro springs are thought to have been formed as a result of the ground intersecting*

*the groundwater table or can be categorized as depression springs. The results of the calculation of the reliable  $Q_{90}$  discharge of the Cokro spring are 500 L/s, while the proposed discharge is 400 L/s. Therefore, it is recommended that the exploitation of these springs be permitted under certain conditions in accordance with the applicable regulations. It is hoped that this study on the potential for spring discharge can be used as a reference by BBWS Bengawan Solo or other BBWS/BWS in providing technical recommendations for licensing the use of springs.*

**Keywords:** raw water, Bengawan Solo, springs, utilization of natural resources, potential discharge

## PENDAHULUAN

Faktor geografis dan geologis seperti banyaknya pegunungan, topografi yang curam, munculnya jalur – jalur sesar, curah hujan yang tinggi, serta akuifer dengan produktivitas tinggi merupakan daya dukung terbentuknya mata air – mata air yang potensial di Indonesia. Dalam sejarahnya, mata air telah banyak digunakan oleh manusia untuk minum, kepentingan budaya, irigasi, mandi, mencuci, ternak, perikanan, serta kajian ilmiah (Bhat, et al., 2021). Di Indonesia sendiri, mata air sudah banyak dimanfaatkan untuk kebutuhan air minum, irigasi, hingga sarana rekreasi. Mata air banyak diminati oleh pengguna air karena muncul secara alamiah ke permukaan tanpa harus melakukan pemboran ke dalam tanah serta memiliki kualitas yang sangat baik. Dibandingkan dengan sumber air permukaan lainnya, mata air, yang asal mulanya berasal dari air tanah, memiliki kualitas yang relatif tinggi (Ghanem et al., 2021; Bhat et al., 2021).

Keberadaan mata air di Indonesia belum ditunjang dengan pencatatan data yang baik. Pada dasarnya, keterbatasan data debit mata air secara temporal banyak dialami di berbagai wilayah dunia (Gholami et al., 2021). Swanson & Bahr (2008) menerapkan model numerik dan analitik untuk melakukan simulasi sistem mata air. Sementara itu, Amit et al., (2005) menggunakan metode kurva resesi (*recession curves*) untuk menganalisis penurunan debit

secara temporal dengan waktu yang spesifik. Model statistik diterapkan untuk analisis pengamatan jangka panjang debit mata air oleh Kriz (1973), sedangkan Ako et al. (2012) menggunakan metode geokimia untuk menilai kualitas mata air dan kesesuaiannya untuk air minum, domestik, dan pertanian.

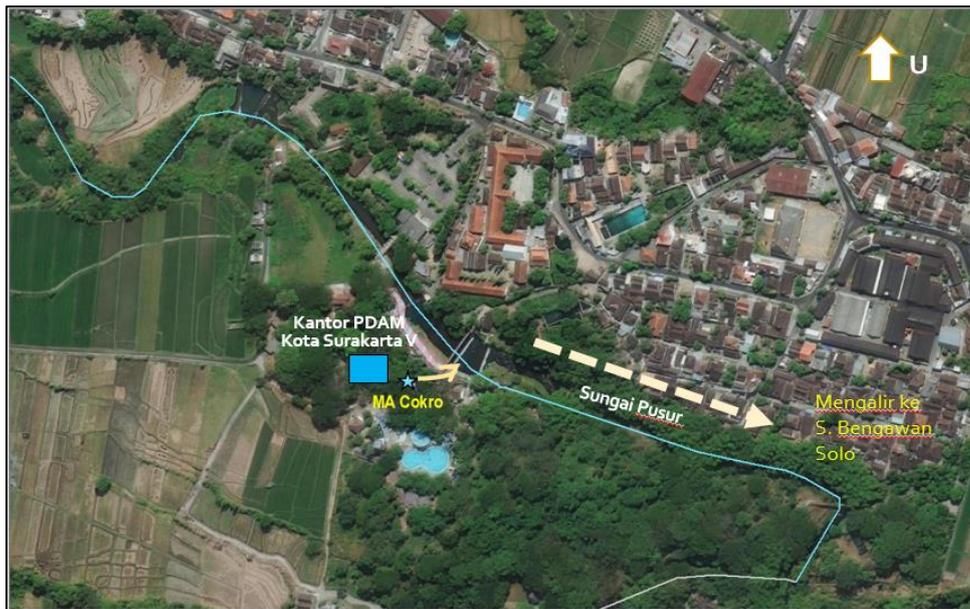
Mata air dapat berasal dari akuifer bebas maupun akuifer terkekang. Al-Khashman (2007) menyebutkan bahwa air tanah merupakan suplai utama bagi keberlanjutan debit mata air. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi potensi debit mata air antara lain jenis mata air, potensi akuifer, luas daerah tangkapan, serta kondisi tata guna lahan dan curah hujan yang turun pada daerah tangkapannya. Debit mata air dapat klasifikasikan seperti pada

Mata Air Cokro merupakan salah satu mata air yang dikelola oleh BBWS Bengawan Solo. Lokasi mata air berada di Desa Cokro, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1). Mata air ini dimanfaatkan oleh PDAM Kota Surakarta V untuk kepentingan bahan baku air minum. Akan tetapi, masa berlaku izin pengusahaan mata air ini sudah habis sehingga PDAM Kota Surakarta V mengusulkan rekomendasi teknis perizinan baru. Kajian ini bertujuan untuk mendapatkan volume pemanfaatan air yang diizinkan dari mata air Cokro untuk kepentingan air baku PDAM.

**Tabel 1. Klasifikasi Debit Mata Air**

Kelas	Debit Rata – Rata
1	$>10 \text{ m}^3/\text{s}$
2	$1 - 10 \text{ m}^3/\text{s}$
3	$0,1 - 1 \text{ m}^3/\text{s}$
4	$10 - 100 \text{ l/s}$
5	$1 - 10 \text{ l/s}$
6	$0,1 - 1 \text{ l/s}$
7	$10 - 100 \text{ ml/s}$
8	$< 10 \text{ ml/s}$

Sumber: Meinzer, 1927 dalam Todd, 1980



**Gambar 1. Peta Lokasi Mata Air Cokro**

## METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan dan metode yang diterapkan dalam kajian ini adalah sebagai berikut.

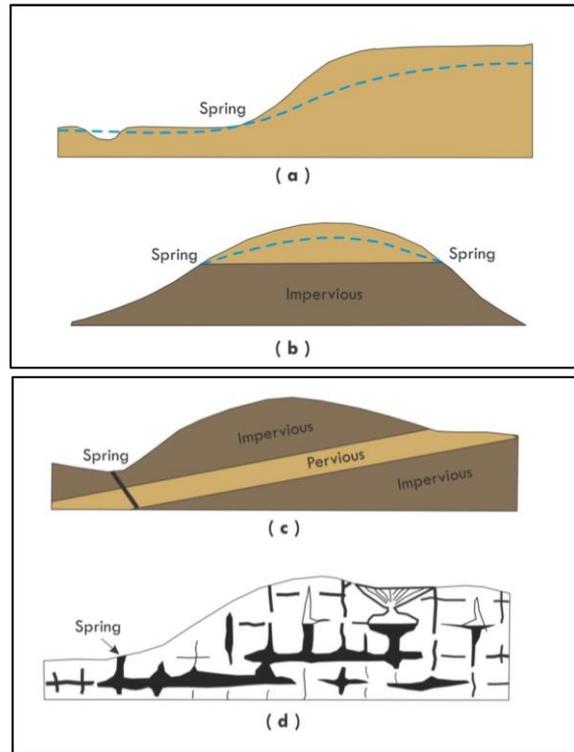
### 1. Penentuan jenis mata air

Jenis mata air ditentukan berdasarkan proses pembentukan dan lingkungan geologi mata air tersebut. Penentuan jenis mata air dapat dilakukan dengan metode yang lebih relevan misalnya dengan metode isotop dan hidrogeokimia, namun dalam kajian ini jenis

mata air ditentukan berdasarkan analisis peta geologi dan topografi setempat. Deskripsi masing – masing jenis mata air disajikan pada Gambar 2.

### 2. Delineasi daerah tangkapan mata air

Dalam kajian ini daerah tangkapan mata air dibuat menggunakan peta DEM and koordinat mata air. Daerah tangkapan ini menjadi batasan (*boundary*) dalam simulasi aliran debit mata air pada tahap berikutnya.



**Gambar 2. Jenis Mata Air a) Mata Air Depresi, b) Mata Air Kontak, c) Mata Air Rekahan, d) Mata Air Pipa Pelarutan**

Sumber: Todd, 1980.

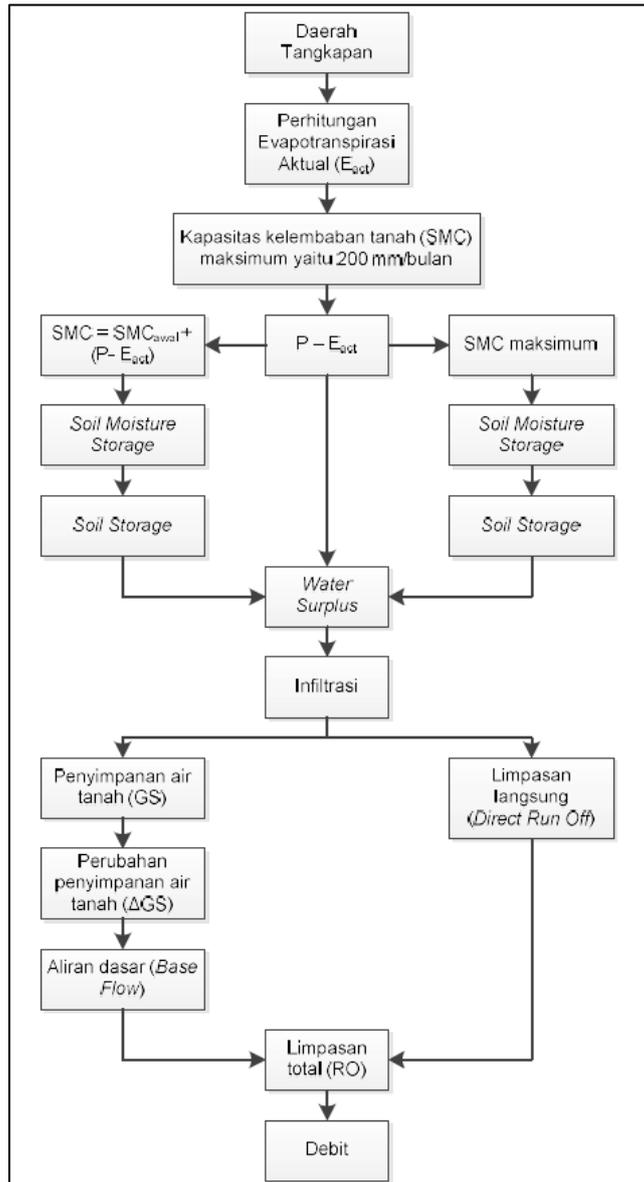
3. Pengukuran debit sesaat mata air

Pengukuran bertujuan untuk mengetahui debit aliran mata air pada waktu tertentu. Data sesaat ini belum tentu menggambarkan potensi mata air, karena banyak mata air yang sangat dipengaruhi oleh musim sehingga data yang kontinu mutlak diperlukan. Namun dengan adanya pengukuran ini diharapkan dapat membantu dalam proses validasi hasil simulasi debit yang dilakukan akibat keterbatasan data.

4. Simulasi aliran debit dan perhitungan debit andalan mata air

Dikarenakan tidak tersedianya data historis debit mata air termasuk hasil pengukuran debit sesaat secara berkala, maka

dilakukan simulasi aliran debit mata air dengan menerapkan metode F.J. Mock. Diagram alir perhitungan debit menggunakan metode F.J. Mock dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil akhir perhitungan debit menggunakan metode F.J. Mock adalah debit andalan bulanan (Sudinda, 2019). Debit andalan adalah besarnya debit tertentu yang kejadiannya dihubungkan dengan probabilitas atau periode ulang tertentu. Kriteria data debit untuk perhitungan debit andalan adalah memiliki panjang data minimal 10 tahun untuk memperoleh debit andalan dengan probabilitas keberhasilan  $\leq 0,9$ , sedangkan untuk mendapatkan debit andalan  $> 0,9$  membutuhkan panjang data 20 tahun (BSN, 2015).



**Gambar 3. Diagram Alir Metode F.J. Mock**

Sumber: Sudinda, 2019.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

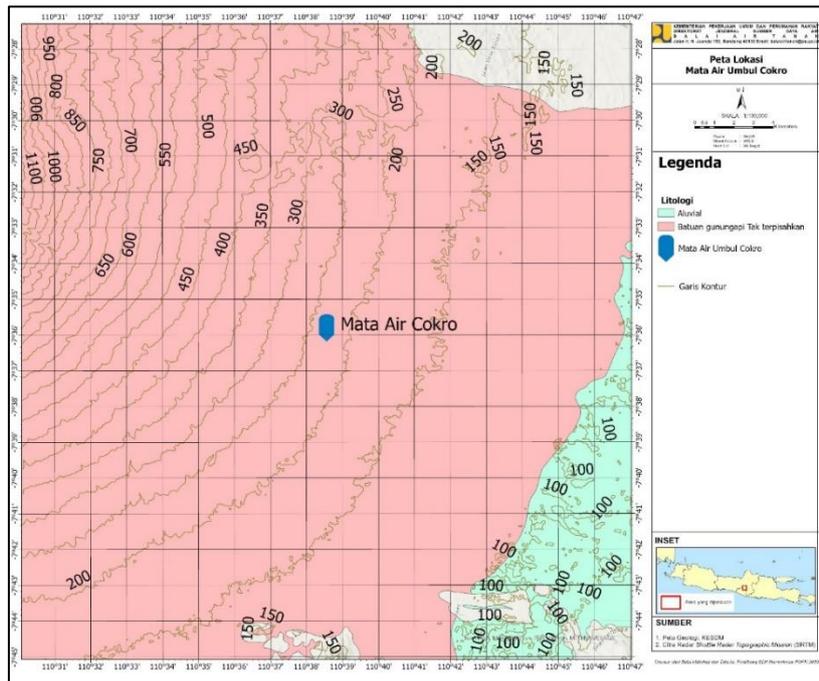
### 1. Jenis mata air

Mata air Cokro berada pada CAT Karanganyar-Boyolali. Berdasarkan peta geologi, mata air Cokro terletak pada satuan batuan gunungapi tidak terpisahkan. Satuan ini memiliki nilai produktivitas tinggi berdasarkan peta hidrogeologi regional. Lokasi mata air Cokro memiliki kemiringan lereng agak curam yang memungkinkan terpotongnya muka air tanah pada permukaan lereng tersebut (Gambar 4). Berdasarkan

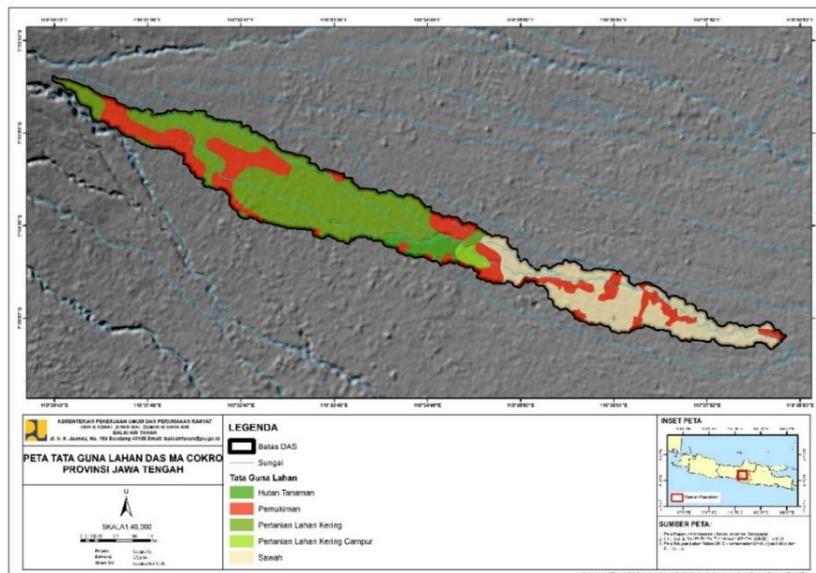
kondisi ketidakhadiran perubahan litologi dan struktur serta kondisi morfologi lereng yang agak curam, maka disimpulkan bahwa mata air Cokro termasuk ke dalam kategori mata air jenis depresi atau *depression spring*.

### 2. Daerah tangkapan mata air

Delineasi daerah tangkapan mata air menggunakan DEMNAS resolusi 8x8 m dengan *software ArcGIS*. Daerah tangkapan mata air Cokro terletak di sebelah barat laut dari titik keluaran mata air dengan luas kurang lebih 12,8 km<sup>2</sup> (Gambar 5).



**Gambar 4. Peta Geologi Lokasi Sekitar Mata Air**



**Gambar 5. Delineasi Daerah Tangkapan Mata Air**

3. Pengukuran debit sesaat, kualitas air, dan analisis arah aliran

Berdasarkan hasil survey kondisi setempat, sudah dibuat kolam penurap mata air dan rumah pompa PDAM Surakarta V. Bagian hulu mata air umumnya berupa lahan sawah, pemukiman, dan ladang (Gambar 5). Mata air

ini setelah dimanfaatkan oleh PDAM, kemudian sisanya mengalir ke sebuah saluran yang cukup besar dimana sebagian mengisi kolam renang untuk sarana rekreasi dan sebagian lagi mengalir ke Sungai Pusur. Sungai ini mengalir ke arah timur dan masuk ke aliran Sungai Bengawan Solo (Gambar 6).

Hasil pengukuran debit sesaat pada bulan Maret 2021 yang dilakukan pada saluran keluaran mata air adalah 1010 L/s. Sementara itu, hasil uji kualitas fisik mata air Cokro di lapangan adalah memiliki ketampakan yang jernih; tidak berwarna; nilai pH 6,51; nilai *Oxidation Reduction Potential* (ORP) 29 mV; nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) 180 ppm; dan nilai *Electrical Conductivity* (EC) 0,266 mS. Seluruhnya menunjukkan bahwa kualitas mata air ini masuk kategori *fresh water* atau air bersih.

#### 4. Simulasi debit aliran mata air

##### a. Ketersediaan data klimatologi

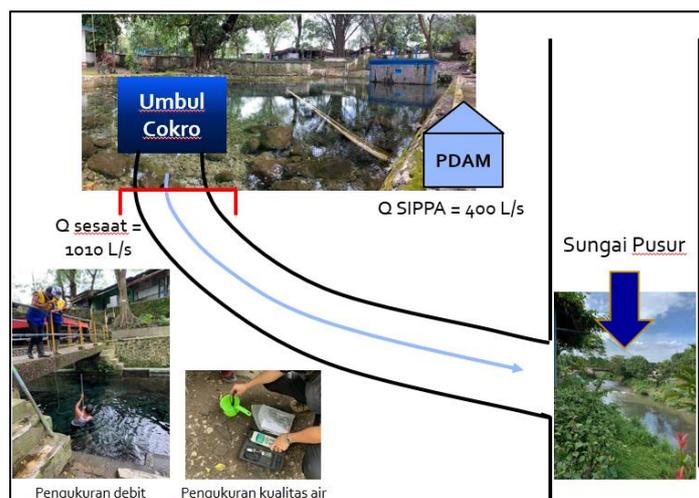
Berdasarkan hasil analisis polygon Thiessen, hanya 2 pos hujan yang berpengaruh pada daerah tangkapan mata air Cokro, yaitu Pos Gedaren dan Pos Nepen dengan persentase pengaruh masing-masing 40% dan 60% dari luas total daerah tangkapan mata air. Hasil pengisian data kosong menunjukkan bahwa data input hujan yang tersedia untuk simulasi aliran debit mata air adalah sepanjang 20 tahun dari tahun 2000 s.d 2019. Sementara itu, data klimatologi yang juga berperan dalam simulasi menggunakan data dari Pos Waduk Cengklik dengan panjang data 5 tahun dari tahun 2014 s.d 2018. Data klimatologi yang digunakan berupa data suhu udara, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, dan kelembaban udara.

##### b. Perhitungan hujan efektif

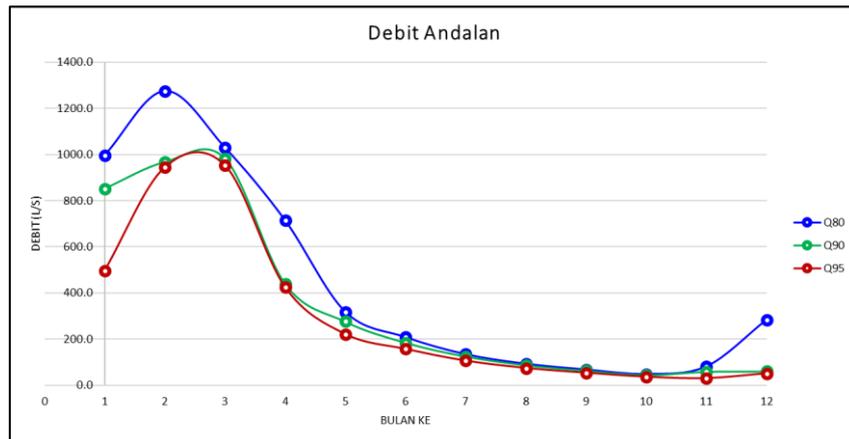
Dalam simulasi ini menggunakan hujan efektif R50 dan R80. Hasil perhitungan digambarkan dalam bentuk grafik hujan efektif dalam skala bulanan seperti pada **Error! Reference source not found.** Pola hujan di wilayah ini masuk kategori hujan monsun, yaitu memiliki 1 puncak musim hujan pada bulan Desember-Januari-Februari (DJF), sedangkan musim kemarau terjadi pada bulan Juni-Juli-Agustus (JJA). Nilai curah hujan efektif tertinggi untuk R80 adalah 233,6 mm/bulan sedangkan untuk R50 adalah 354,7 mm/bulan yang terjadi pada bulan Januari.

##### c. Simulasi aliran debit dan perhitungan debit andalan

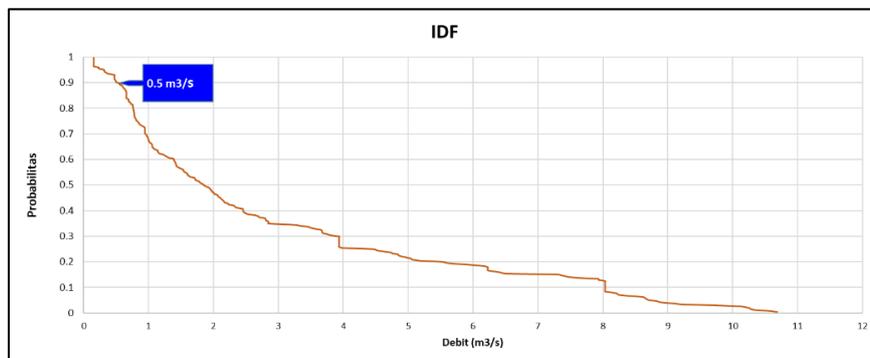
Hasil perhitungan debit andalan dapat dilihat pada Gambar . Nilai debit andalan Q80 tertinggi terjadi pada bulan Februari yaitu 1275,3 L/det. Hasil perhitungan debit andalan di Bulan Maret menunjukkan angka 1030 L/det untuk Q80; 983,2 L/det untuk Q90; dan 952,6 L/det untuk Q95. Jika dibandingkan dengan hasil pengukuran debit sesaat di Bulan Maret 2021 yaitu sebesar 1010 L/det, maka hasil simulasi debit aliran mata air dengan metode F.J. Mock ini cukup representatif untuk menggambarkan aliran mata air Cokro.



**Gambar 6. Skema Arah Aliran Mata Air dan Proses Pengukuran Lapangan**



Gambar 7. Debit Andalan Aliran Mata Air



Gambar 8. Grafik IDF Debit Series Mata Air

Tahap akhir adalah mengolah data debit probabilitas 90% atau Q90 berdasarkan data debit series sepanjang 20 tahun untuk mendapatkan gambaran potensi debit mata air untuk kepentingan air baku dengan hasil seperti disajikan pada Gambar . Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh nilai debit andalan Q80 untuk mata air Cokro adalah 0,5 m<sup>3</sup>/s atau sekitar 500 L/det.

Mengacu pada peraturan Menteri PUPR No. 01/PRT/M/2016 tentang Tata Cara Perizinan Pengusahaan Sumber Daya Air dan Penggunaan Sumber Daya Air bahwa permohonan izin pemanfaatan air PDAM Kota Surakarta V direkomendasikan untuk diizinkan dengan persyaratan sebagai berikut.

- a. Memberikan paling sedikit 15% dari volume debit perusahaan yang ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan

pokok masyarakat setempat dalam bentuk hidran umum atau kran air.

- b. Menyisihkan sebagian laba usaha untuk kegiatan konservasi sebagai contoh penanaman pohon atau pembuatan sumur imbuhan di daerah tangkapan mata air.

## SIMPULAN

Hasil kajian ini menyimpulkan beberapa hal antara lain jenis mata air Cokro adalah mata air depresi atau *depression spring*. Hasil pengukuran debit sesaat menunjukkan potensi yang baik di mana secara kuantitas debit mata air ini cukup potensial yaitu 1010 L/s sedangkan secara kualitas dapat dikategorikan sebagai air bersih atau *fresh water*. Simulasi aliran debit mata air dengan metode F.J. Mock cukup representatif dalam menggambarkan

debit bulanan yang terjadi. Hal ini dibuktikan dengan nilai debit andalan di bulan Maret berada pada kisaran angka 1000 L/s cukup mendekati debit pengukuran di bulan Maret 2021 yaitu 1010 L/s. Berdasarkan hasil perhitungan, potensi debit mata air Cokro untuk air baku adalah 500 L/det, sehingga usulan pengusahaan sumber mata air PDAM Kota Surakarta V direkomendasikan untuk diizinkan. Setiap kajian penelitian tidak pernah ada yang sempurna, sehingga untuk meningkatkan kualitas hasil penelitian ini diusulkan beberapa kegiatan untuk dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlu dilakukan pemasangan alat ukur debit diutamakan yang bersifat otomatis sehingga debit aliran mata air dapat tercatat secara historis. Pengukuran debit mata air secara langsung tetap harus dilakukan paling tidak 2 kali dalam setahun untuk mewakili kondisi musim hujan dan kemarau.
2. Perlu dilakukan inventarisasi data *intake* air baku pada aliran di hilir mata air, sebagai pertimbangan jika suatu ketika debit pemanfaatan mata air ini ditingkatkan tidak akan mempengaruhi pemanfaatan air baku di hilirnya.
3. Perlu dilakukan uji kualitas kimia air melalui pengambilan contoh mata air dan diuji di laboratorium untuk mengetahui kualitas air sesuai dengan baku mutu yang dipersyaratkan untuk air baku air minum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ako, A.A., Shimada, J., Hosono, T. et al. (2012). Spring water quality and usability in the Mount Cameroon area revealed by hydrogeochemistry. *Environ Geochem Health* 34, 615–639. <https://doi.org/10.1007/s10653-012-9453-3>
- Al-Khashman, O.A. (2008). Assessment of the spring water quality in The Shoubak area, Jordan. *Environmentalist* 28, 203–215. <https://doi.org/10.1007/s10669-007-9129-1>
- Amit, H., Lyakhovsky, V., Katz, A., Starinsky, A., Burg, A., (2005). Interpretation of Spring Recession Curves. *Groundwater*, vol 40 (5), 543 – 551, <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2002.tb02539.x>
- Bhat, S.U., Dar, S.A., Sabha, I. (2021). Assessment of Threats to Freshwater Spring Ecosystems. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821139-7.00068-4>
- BSN (2015). SNI 6738:2015 Perhitungan Debit Andalan Sungai dengan Kurva Durasi Debit. Badan Standardisasi Nasional.
- Ghanem, M., Ahmad, W., Keilani, Y., Sawaftah, F., Schelter, L., Schuettrumpf, H. (2021). Spring Water Quality in the Central West Bank, Palestine. *Journal of Asian Earth Sciences*: X, Vol (5), <https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2021.100052>
- Gholami, V., Sahour, H., Torkaman, J. (2021). Reconstruction of Springs Discharge Using Tree-rings and Earlywood Vessel Chronologies in an Alluvial Aquifer. *Ecological Informatics*, Vol (64), <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2021.101363>
- Kriz, H. (1973). Processing of Results of Observations of Spring Discharge. *Groundwater*, vol 11 (5), 3 – 14, <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1973.tb02981.x>
- Republik Indonesia (2019). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia.
- Sudinda, T. (2019). Penentuan Debit Andalan Dengan Metoda FJ Mock di Daerah Aliran Sungai Cisadane. Tangerang

Selatan: Pusat Teknologi Lingkungan  
BPPT.

- Swanson, S.K. & Bahr, J.M (2008). Analytical and Numerical Models to Explain Steady Rates of Spring Flow. *Groundwater*. Vol 42 (5), 747 – 759, <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.2004.tb02728.x>
- Todd, D.K. (1980). *Groundwater Hydrology*, John Wiley & Sons, USA, 47 – 50