

Model Hidrologi Proyeksi Debit Mata Air Akibat Perubahan Iklim sebagai Dasar Adaptasi Desain Jaringan Distribusi Air Bersih

Mahdika Putra Nanda¹, RR Rintis Hadiani²

¹²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

e- mail: mahdikaputrananda@student.uns.ac.id

Abstrak

Mata air merupakan sumber vital air bersih bagi banyak komunitas, namun keandalannya terancam oleh perubahan iklim yang berpotensi mengubah pola hujan dan imbuhan air tanah. Jaringan distribusi yang didesain berbasis data debit historis menjadi rentan terhadap penurunan ketersediaan air di masa depan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk memproyeksikan debit jangka panjang sebuah mata air di bawah berbagai skenario perubahan iklim sebagai landasan ilmiah untuk merumuskan strategi adaptasi desain jaringan distribusinya. Metode yang digunakan adalah pemodelan hidrologi hujan-limpasan menggunakan software Soil and Water Assessment Tool (SWAT), yang dikalibrasi dengan data historis dan dijalankan dengan input data iklim downscaled dari skenario IPCC RCP 4.5 dan 8.5 hingga tahun 2050. Hasil pemodelan memproyeksikan adanya potensi penurunan debit andalan (Q90) mata air sebesar 15% pada skenario moderat (RCP 4.5) dan dapat mencapai 30% pada skenario pesimis (RCP 8.5). Analisis menunjukkan bahwa debit masa depan ini tidak akan mampu memenuhi 100% kebutuhan air pada jam puncak, yang berpotensi menyebabkan kegagalan layanan di area terjauh. Kesimpulannya, perubahan iklim merupakan ancaman nyata bagi keberlanjutan sistem penyediaan air minum berbasis mata air. Penelitian ini merekomendasikan strategi adaptasi teknis berupa penambahan reservoir penampung dan optimasi jaringan, serta strategi manajerial melalui program konservasi air sebagai panduan proaktif untuk perencanaan infrastruktur air yang resilien dan menjamin ketahanan air komunal di masa depan.

Kata Kunci: Perubahan Iklim; Debit Mata Air; Model Hidrologi; Jaringan Distribusi; Adaptasi Infrastruktur; Ketahanan Air

Abstract

Springs are a vital source of clean water for many communities, yet their reliability is threatened by climate change, which can alter rainfall patterns and groundwater recharge. Distribution networks designed based on historical discharge data are thus vulnerable to future decreases in water availability. Therefore, this study aims to project the long-term discharge of a spring under various climate change scenarios, providing a scientific basis for formulating adaptation strategies for its distribution network design. The methodology involves rainfall-runoff hydrological modeling using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) software, calibrated with historical data and run using downscaled climate data from the IPCC's Representative Concentration Pathways (RCP) 4.5 (moderate) and 8.5 (pessimistic) scenarios up to the year 2050. The modeling results project a potential decrease in reliable discharge (Q90) of 15% under the moderate scenario (RCP 4.5), reaching up to 30% under the pessimistic scenario (RCP 8.5). Analysis indicates that this future discharge will be insufficient to meet 100% of peak hour water demand, potentially causing service failures in the most distant areas. In conclusion, climate change poses a tangible threat to the sustainability of spring-fed drinking water systems. This study recommends technical adaptation strategies, such as the addition of storage reservoirs and network optimization, alongside managerial strategies like water conservation programs. This framework serves as a proactive guide for planning resilient water infrastructure and ensuring future communal water security.

Keyword: *Climate Change; Spring Discharge; Hydrological Modeling; Distribution Network; Infrastructure Adaptation; Water Security*