UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Komparasi Kinerja Estimasi Debit Sungai Menggunakan Metode Calibration Measurement Hierarchical Classification (CMHC) Berbasis Citra Sentinel-2 (Kasus: Sungai Progo, Sungai Oyo, Sungai Serang)
Anissa Zuhrita, Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs. ; Dr. Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

INTISARI

Debit sungai merupakan parameter hidrologis penting dalam pengelolaan sumber daya air, perencanaan infrastruktur, serta mitigasi banjir dan kekeringan. Ketersediaan data debit semakin terbatas akibat distribusi spasial stasiun pengukuran yang tidak merata dan menurunnya keberlanjutan operasional stasiun tersebut. Kondisi ini mendorong pengembangan metode estimasi debit berbasis penginderaan jauh sebagai alternatif yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu metode yang dikembangkan adalah *Calibration Measurement Hierarchical Classification* (CMHC), yang memanfaatkan karakteristik spektral citra satelit melalui proses klasifikasi debit secara hierarkis. Namun, penerapan metode ini pada sungai tropis di Indonesia masih terbatas, khususnya terkait pengaruh pemisahan musim dan perbedaan karakteristik morfologi sungai terhadap kinerjanya.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja estimasi debit sungai menggunakan metode CMHC berbasis citra Sentinel-2 dengan mempertimbangkan pemisahan musim hujan–kemarau dan perbedaan tipologi sungai. Kajian dilakukan pada tiga segmen sungai di Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu Sungai Progo, Sungai Oyo, dan Sungai Serang, yang merepresentasikan keragaman karakteristik morfologi sungai. Data yang digunakan meliputi citra Sentinel-2 Level-2A (*surface reflectance*) beresolusi spasial 10 m, dengan band *near-infrared* (NIR) sebagai input utama metode CMHC, serta data debit harian hasil pengukuran stasiun hidrologi. Tahapan analisis mencakup pembentukan fitur spektral CMHC, klasifikasi kelas debit menggunakan algoritma Random Forest pada skenario tanpa pemisahan musim dan skenario musiman, serta estimasi debit berbasis regresi. Kinerja model dievaluasi menggunakan metrik *Nash–Sutcliffe Efficiency* (NSE), *Root Mean Square Error* (RMSE), dan *relative* RMSE (rRMSE).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemisahan musim hujan dan kemarau tidak secara konsisten meningkatkan kinerja klasifikasi maupun estimasi debit dibandingkan skenario tanpa pemisahan musim. Kinerja metode CMHC lebih dipengaruhi oleh karakteristik morfologi sungai, khususnya lebar saluran, dibandingkan oleh faktor musim. Sungai Progo dengan lebar saluran sekitar ±85 m menghasilkan estimasi debit yang relatif stabil, sedangkan Sungai Oyo dan Sungai Serang yang lebih sempit (±30–35 m) menunjukkan kinerja rendah akibat dominasi piksel campuran dan pengaruh vegetasi riparian. Temuan ini menegaskan bahwa keterwakilan spasial badan air pada resolusi citra merupakan faktor utama dalam penerapan metode CMHC pada sungai tropis.

Kata kunci: debit sungai, Sentinel-2, Random Forest, musim, morfologi sungai

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Studi Komparasi Kinerja Estimasi Debit Sungai Menggunakan Metode Calibration Measurement Hierarchical Classification (CMHC) Berbasis Citra Sentinel-2 (Kasus: Sungai Progo, Sungai Oyo, Sungai Serang)
Anissa Zuhrita, Dr. Nur Mohammad Farda, S.Si., M.Cs. ; Dr. Sandy Budi Wibowo, S.P., M.Sc.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

ABSTRACT

River discharge is a key hydrological parameter in water resources management, infrastructure planning, and flood and drought mitigation. The availability of discharge data is increasingly limited due to the uneven spatial distribution of gauging stations and the declining operational sustainability of these stations. This condition has encouraged the development of remote sensing–based discharge estimation methods as a more efficient and sustainable alternative. One such method is the Calibration Measurement Hierarchical Classification (CMHC), which utilizes the spectral characteristics of satellite imagery through a hierarchical discharge classification process. However, the application of this method to tropical rivers in Indonesia remains limited, particularly with respect to the influence of seasonal separation and differences in river morphological characteristics on its performance.

This study aims to evaluate the performance of river discharge estimation using the CMHC method based on Sentinel-2 imagery, taking into account wet–dry seasonal separation and variations in river typology. The study was conducted on three river segments in the Special Region of Yogyakarta—Progo River, Oyo River, and Serang River—which represent diverse morphological characteristics. The data used include Sentinel-2 Level-2A (surface reflectance) imagery with 10 m spatial resolution, with the near-infrared (NIR) band as the primary input for the CMHC method, as well as daily discharge data measured at hydrological stations. The analytical procedures consisted of generating CMHC spectral features, classifying discharge classes using the Random Forest algorithm under both non-seasonal and seasonal scenarios, and performing regression-based discharge estimation. Model performance was evaluated using the Nash–Sutcliffe Efficiency (NSE), Root Mean Square Error (RMSE), and relative RMSE (rRMSE).

The results indicate that separating wet and dry seasons does not consistently improve classification or discharge estimation performance compared to the non-seasonal scenario. The performance of the CMHC method is more strongly influenced by river morphological characteristics—particularly channel width—than by seasonal factors. The Progo River, with an approximate channel width of ±85 m, produced relatively stable discharge estimates, whereas the narrower Oyo and Serang Rivers (±30–35 m) exhibited lower performance due to the dominance of mixed pixels and the influence of riparian vegetation. These findings emphasize that the spatial representativeness of the water body at the given image resolution is a critical factor in applying the CMHC method to tropical rivers.

Keywords: *river discharge, Sentinel-2, Random Forest, season, river morphology*