

UJI VALIDASI DATA DEBIT UNTUK DETEKSI PENYIMPANGAN DATA STUDI KASUS: DAS CITARUM HULU

VALIDATION OF DISCHARGE DATA FOR DETECTING DEVIATION DATA CASE STUDY: UPPER CITARUM WATERSHED

Desi Windatiningsih¹⁾* Dhemi Harlan²⁾

1) Balai Litbang Hidrologi dan Tata Air, Pusat Litbang Sumber Daya Air
Jl. Ir. H. Juanda No. 193, Bandung 40135

2) Kelompok Keahlian Teknik Sumber Daya Air, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10, Bandung 40132,

*Corresponden Author: deazy.winda@gmail.com

Diterima: 30 Januari 2019; Direvisi: 18 April 2019; Disetujui: 5 Agustus 2019

ABSTRACT

The changes in hydrological phenomena that occur due to natural change and human activity that causes the data conditions in the field are not in accordance with ideal conditions. This study was conducted to analyze homogeneity and trend validation test methods, to detect data deviations and to provide information about data quality conditions. This is useful to ensure that the hydrological data to be published is in accordance with the criteria. This validity test includes a homogeneity test, a trend test, and the detection of data deviations. The data validation testing was applied in Upper Citarum Watershed on 4 selected gauging stations, namely Citarum-Nanjung, Cigulung-Maribaya, Cikapundung-Maribaya and Cikapundung-Gandok. Pettitt and T methods were used for homogeneity test while Mann-Kendall and Spearman for trend test with a significance level of 5%. The results indicate that the homogeneity test using Pettitt method is more suitable since its discharge population data is not normally distributed. While for trend test, both Mann-Kendall and Spearman methods give relatively the same significance, as both tests are non-parametric statistical methods. The strength of these two tests depends on significance level, sample size, as well as type of distribution. The test results show that homogeneity and trend of discharge data for four gauging stations in Upper Citarum Watershed are not uniform.

Keyword: Hidrologi, validation Data, Discharge Data, Mann-Kendall, Pettitt, Upper Citarum

ABSTRAK

Adanya perubahan fenomena hidrologi yang terjadi akibat perubahan alam dan ulah manusia menyebabkan kondisi data di lapangan tidak sesuai dengan kondisi ideal. Kajian ini dilakukan untuk menganalisis metode uji validasi homogenitas dan trend, mendeteksi penyimpangan data dan memberikan informasi tentang kondisi kualitas data. Hal ini bermanfaat untuk memastikan data hidrologi yang akan dipublikasikan telah sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Uji validitas ini mencakup uji homogenitas, uji trend, dan deteksi penyimpangan data. Uji validasi data debit pada DAS Citarum Hulu dilakukan pada 4 pos duga air terpilih yaitu pos Citarum-Nanjung, Cigulung-Maribaya, Cikapundung-Maribaya dan Cikapundung-Gandok. Untuk uji homogenitas, digunakan metode Pettitt dan T. Sedangkan untuk uji trend digunakan metode Mann-Kendall dan Spearman dengan tingkat signifikansi 5%. Hasil kajian menunjukkan bahwa uji homogenitas dengan metode Pettitt lebih sesuai digunakan pada kajian ini karena memiliki populasi data debit yang tidak berdistribusi normal. Hasil uji trend dengan metode Mann-Kendall dan Spearman menunjukkan hasil signifikansi yang relatif sama, karena kedua uji tersebut memiliki metode statistik non parametrik. Kekuatan kedua uji ini tergantung pada tingkat signifikansi, ukuran sampel data, dan jenis distribusi. Hasil uji menunjukkan homogenitas dan trend data debit keempat pos di DAS Citarum Hulu tidak seragam.

Kata Kunci: Hidrologi, Validasi data, data debit, Mann-Kendall, Pettitt, Citarum Hulu

PENDAHULUAN

Uji validasi merupakan suatu proses pemeriksaan data runtut waktu untuk mendeteksi kesalahan data. Ketersediaan data debit yang baik dan berkualitas merupakan salah satu faktor penentu dalam hasil analisis hidrologi. Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa banyak data debit yang ada tidak sesuai dengan kondisi yang ideal, seperti data debit yang tersedia seringkali tidak homogen (tidak seragam). Kondisi data tersebut disebabkan oleh adanya perubahan fenomena hidrologi yang terjadi akibat perubahan alam (seperti perubahan iklim ataupun bencana alam) dan ulah manusia (seperti adanya penggundulan hutan, pengambilan air untuk air baku, dll). Adanya data yang tidak homogen (tidak seragam) dalam suatu data dapat ditandai dengan perbedaan nilai rata-rata (*mean*) dan perbedaan varian (*variance*) dalam suatu populasi data (Soewarno, 2014). Oleh karena itu, suatu uji validasi terhadap data debit perlu dilakukan. Uji validasi data merupakan bagian dari proses kendali mutu, dimana tujuannya adalah untuk memastikan semua data layak sebelum diberikan kepada pengguna (WMO, 2008).

Prosedur validasi data biasanya dilakukan dengan membuat perbandingan nilai uji terhadap data yang diinput, pengecekan data dan kendali mutu. Proses validasi termasuk pemeriksaan sederhana, kompleks dan mungkin otomatis dilakukan pada beberapa tahap pengolahan data dan pengarsipan. Teknik validasi dirancang untuk mendeteksi kesalahan umum yang mungkin terjadi. Biasanya hasil validasi didesain untuk menunjukkan alasan mengapa suatu nilai data ditandai. Ketika menentukan prosedur validasi yang akan diterapkan pada suatu variabel tertentu, keakuratan variabel mana yang dapat diamati dan mampu untuk mengoreksi kesalahan yang terdeteksi harus selalu diterapkan. (WMO, 2008).

Pengujian data umumnya dilakukan dengan uji homogenitas menggunakan metode uji T dan uji *trend* menggunakan metode *Spearman*. Pada kajian ini dilakukan pengujian data debit dengan uji homogenitas menggunakan metode uji *Pettitt* dan uji *trend* menggunakan metode uji Mann-Kendall. Uji *Pettitt* merupakan uji statistik non-parametrik yang tidak memerlukan asumsi terdistribusi normal. Berdasarkan (Nihayatin, 2013) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa uji *Pettitt* termasuk salah satu uji homogenitas yang memiliki kinerja baik dan tingkat kesesuaian yang tinggi untuk mendeteksi kehomogenan data curah hujan lima kabupaten di Jawa Timur. Metode uji *Mann-Kendall* banyak digunakan untuk mendeteksi *trend* dalam seri waktu misalnya untuk fluktuasi yang terjadi di alam dan data yang digunakan tidak

perlu tersebar normal (Nugroho, 2009) dan tidak ada persyaratan bahwa data yang diuji harus berdistribusi normal.

Beberapa kajian sebelumnya yang pernah dilakukan oleh sebagian peneliti tentang pengujian *trend* dan homogenitas pada data hidrologi dengan menggunakan metode statistik, diantaranya: Gebremicael, Mohamed, Zaag, & Hagos (2017) pada penelitiannya yang berjudul "*Temporal and Spatial Changes of Rainfall and Streamflow in the Upper Tekeze-Atbara river basin, Ethiopia*" melakukan kajian menggunakan analisis statistik dengan uji *Mann-Kendall* dan Uji *Pettitt* tentang keberadaan *trend* dan adanya perubahan pada data hujan dan data aliran sungai di DAS Tekeze. Analisis dilakukan pada 21 pos curah hujan dan 9 pos duga air. Analisis *trend* dan analisis titik perubahan (change-point) menemukan 19 pos curah hujan tidak menunjukkan perubahan signifikan secara statistik dari 21 pos curah hujan yang diuji. Hanya ada satu dari sembilan pos pengukur yang mengalami peningkatan debit aliran secara signifikan pada musim hujan dan kemarau, yaitu berhubungan dengan adanya pembangunan bendungan/ *hydropower dam* di hulu sungai Tekeze pada tahun 2009.

Vezzoli, Pecora, Zenoni, & Tonelli (2013), melakukan pengujian data debit maksimum dan minimum tahunan dengan tingkat kepercayaan 5%, menggunakan metode statistik. Metode yang digunakan untuk uji homogenitas adalah *Standard Normal Homogeneity test*, *Pettitt test*, *Buishand range test* dan *Von Neumann ratio test*. Metode yang digunakan untuk uji *trend* adalah *Mann-Kendall test*, *Spearman rank* dan *Pearson*. Hasil dari pengujian dengan studi kasus untuk "*Po River discharge at Pontelagoscuro river section*" menunjukkan bahwa data series tersebut homogen, kecuali pada uji *Standard Normal Homogeneity* (SNH) untuk data debit tahunan minimum periode 1923–2002, dan uji *Von Neumann*. Hasil *Mann-Kendall* dan *Spearman* menunjukkan bahwa tidak terdapat *trend* pada data debit tahunan minimum dan maksimum.

Diermanse, Kwadijk, Beckers, & Crebas (2010), pada kajiannya menggunakan empat uji statistik yaitu *Pearson t-test (linear trend test)*, *Spearman's rank correlation test*, *Mann-Kendall test* dan *Wilcoxon-Mann-Whitney test*. Kesimpulannya mengarah pada tidak ada *trend* yang signifikan secara statistik dalam seri debit maksimum tahunan. Namun, ini menunjukkan bahwa uji statistik tersebut memiliki pendeteksian yang tidak mencukupi untuk *trend* yang relatif lemah dalam data series debit 100 tahun.

Perpanjangan dari seri data asli dengan menggunakan data sintesis menunjukkan bahwa uji statistik akan menolak hipotesis nol jika *trend* yang diperkirakan akan menerus selama dekade berikutnya. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan oleh Annisa pada tahun 2012 diketahui bahwa analisis *trend* dapat menggunakan uji *Mann-Kendall* dan untuk menghitung nilai BFI dapat menggunakan metode perhitungan *Base Flow Index* (BFI). Bruskonova (2008) dalam kajian yang berjudul “*Assessment of the base flow in the upper part of Torysa river catchment*” melakukan penelitian dengan melakukan *assessment* pada *base flow* di bagian atas DAS Torysa dengan menggunakan metode *Base Flow Index* (BFI).

Pada kajian ini dilakukan pengujian data debit dan *Base Flow Index* (BFI) dengan uji homogenitas dan uji *trend*, Pengujian data dilakukan pada data debit dengan periode panjang > 30 tahun di DAS Citarum Hulu. Maksud dari kajian ini adalah menguji homogenitas dan *trend* data debit bulanan dan *Base Flow Index* (BFI) di DAS Citarum Hulu dengan menggunakan metode statistik uji *Pettitt* dan Uji T sebagai pembanding untuk uji homogenitas serta uji *Mann-Kendall* dan *Spearman* sebagai pembanding untuk uji *trend*. Diharapkan dengan pemilihan menggunakan metode pengujian yang berbeda dapat memberikan hasil validasi data yang lebih andal dan akurat untuk analisis

hidrologi, dan dapat diterapkan pada lokasi lain yang mempunyai jenis data yang sama.

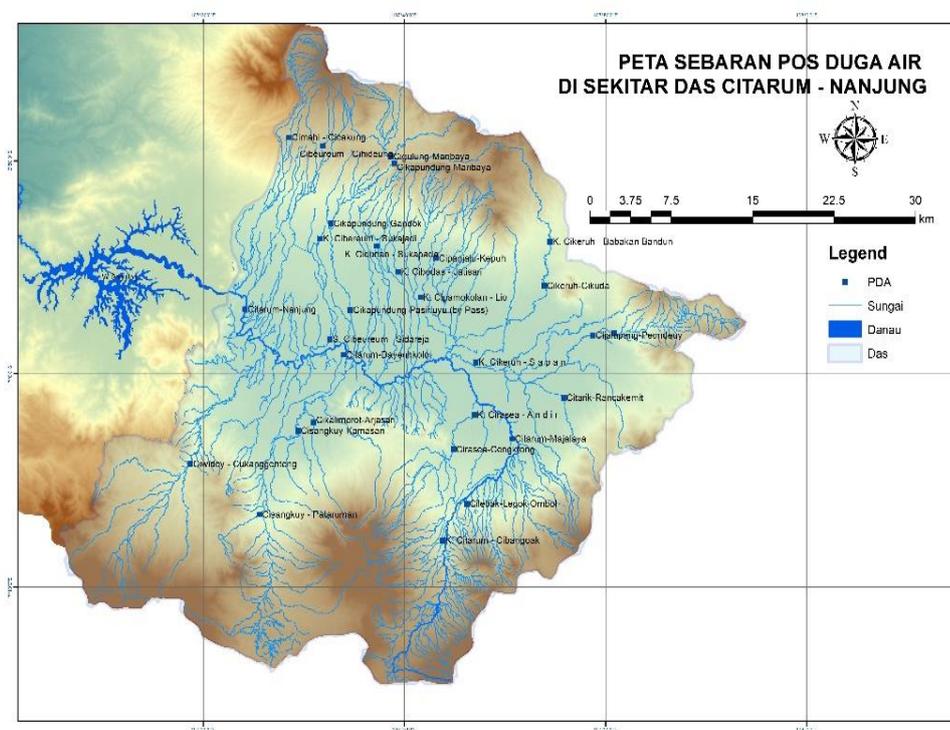
Tujuan dari kajian ini adalah

- 1 Menganalisis metode uji validasi homogenitas dan *trend* untuk mendapatkan pengujian yang sesuai di DAS Citarum Hulu.
- 2 Mendeteksi penyimpangan data apakah akibat kesalahan data, perubahan alam, perubahan tata guna lahan, atau manusia.
- 3 Memberikan informasi tentang kondisi kualitas data dengan jenis kategori Baik, Meragukan dan Tidak Realistis.

METODOLOGI

Lokasi Kajian

Kajian dilakukan di DAS Citarum Hulu yang memiliki ±22 pos duga air. Data debit bulanan dari ±22 pos duga air tersebut diseleksi dan selanjutnya dipilih 4 lokasi pos duga air yang memiliki panjang data > 30 tahun, yaitu pos duga air Cigulung-Maribaya dengan panjang data 55 tahun (1952-2013), Cikapundung-Maribaya dengan panjang data 59 tahun (1952-2013), Cikapundung-Gandok dengan panjang data 56 tahun (1957-2013) dan Citarum-Nanjung dengan panjang data 39 tahun (1973-2015). Lokasi kajian seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta Sebaran Pos Duga Air DAS Citarum Hulu

Pengumpulan Data

Dalam melakukan kajian uji validasi data debit diperlukan adanya pengumpulan data dengan waktu pengambilan data pada tahun 2016 meliputi:

- 1) Data dan informasi pos duga air di DAS Citarum Hulu
- 2) Peta lokasi pos duga air DAS Citarum Hulu
- 3) Data debit DAS Citarum Hulu minimal 30 tahun, pada kajian ini menggunakan data debit dari tahun 1952-2013

Analisis Data

Analisis data debit dilakukan berdasarkan tahapan sebagai berikut: (seperti terlihat pada Bagan Alir Gambar 2).

- 1) Tahap pengumpulan dan pemilihan data debit bulanan
- 2) Data debit bulanan yang mewakili/ terpilih diplot dalam bentuk grafik sesuai dengan rentang waktu untuk diamati secara visual.
- 3) Perhitungan *Base Flow Index* (BFI)

Base Flow Index (BFI) merupakan rasio antara volume *base flow* dan volume total aliran debit (Smakhtin, 2001). Perhitungan nilai *base flow* merujuk ke *Institute of Hydrology*, dimana nilai *base flow* diperoleh dari perhitungan pemisahan hidrograf data debit harian per N harian dalam satu tahun (Gustard, Bullock, & Dixon, 1992). Dalam kajian ini dilakukan pada pemisahan data debit 5 harian.

Berikut ini rumus yang digunakan dalam perhitungan BFI:

$$BFI = \frac{V_B}{V_A} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- BFI : nilai *base flow index* (BFI)
- V_B : rasio volume *base flow*
- V_A : rasio volume debit

- 4) Pengujian Data debit bulanan dan Pengujian data BFI dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu Uji Homogenitas dengan menggunakan metode *Pettitt* dan Uji *Trend* dengan menggunakan metode Mann-Kendall yang akan menghasilkan rekomendasi seperti terlihat pada Gambar 3.

a) Uji homogenitas dengan metode *Pettitt*

Uji *Pettitt* adalah uji berbasis peringkat untuk mendeteksi perubahan yang signifikan dalam rata-rata data runtut waktu dengan waktu dari perubahan yang tidak diketahui. Nilai rangking r_1, \dots, r_n dari Y_1, \dots, Y_n digunakan untuk menghitung statistik.

$$X_k = 2 \sum_{i=1}^k r_i - k(n + 1); k = 1, \dots, n \dots\dots\dots (2)$$

Penentuan titik perubahan yang terjadi pada tahun E dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X_E = \max_{1 \leq k \leq n} |X_k| \dots\dots\dots (3)$$

Pengujian homogenitas dengan metode *Pettitt* pada kajian ini dilakukan menggunakan *software xlstat*, yang merupakan program untuk perhitungan statistik berbasis *Microsoft Excel*. Pengujian dilakukan pada tingkat signifikansi (α) 5% dengan pernyataan hipotesis, yaitu:

- H_0 : data homogen
- H_a : data tidak homogen

Jika nilai *p-value* lebih besar dari tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 maka hipotesis null H_0 tidak dapat ditolak, dengan kata lain H_0 diterima dan data homogen. Bila nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 maka tolak hipotesis null H_0 dan terima hipotesis alternatif H_a , dengan kata lain H_0 ditolak dan data tidak homogen. *p-value* merupakan nilai probabilitas yang didapat dari suatu uji statistik.

b) Uji *trend* dengan metode Mann-Kendall

Uji *trend* merupakan pengujian untuk menentukan ada tidaknya keberadaan *trend* dalam suatu deret berkala. *Trend* merupakan gerakan nilai dari suatu deret berkala yang berjangka waktu panjang dan mempunyai kecenderungan menuju ke satu arah, arah menaik atau menurun. Untuk mengetahui ada atau tidaknya *trend* dari suatu deret berkala debit runtut waktu lebih baik digunakan data dengan panjang lebih dari 25 tahun. Deret berkala yang datanya kurang dari 10 tahun kadang sulit untuk menentukan gerakan dari satu *trend*, hasilnya dapat menjadi meragukan karena gerakan *trend* yang diperoleh mungkin menunjukkan suatu sikli/ gerakan yang tidak teratur (*Cyclical time series*) dari suatu *trend* (Soewarno, 2014).

Uji Mann-Kendall merupakan uji statistik non-parametrik untuk menguji ketidakadaan *trend*, biasanya digunakan untuk mengevaluasi ada tidaknya *trend* pada data rentang waktu hidrologi (Chiew & Siriwardena, n.d.). Menurut (Susanto & Diniardi, 2011) uji Mann-Kendall digunakan untuk melihat ada tidaknya kecenderungan pada suatu seri data yang didasarkan atas rangking relatif dari data rentang waktu tersebut Rumus Uji Statistik Mann-Kendall sebagai berikut:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(X_j - X_i) \dots\dots\dots (4)$$

$Sign(X_j - X_i)$ merupakan fungsi *sign* yang nilainya 1 jika $sign > 0$ dan -1 jika $sign < 0$. Variabel S digambarkan dengan *mean* $\mu_S = 0$ dan varians $\sigma_s^2 = n(n - 1)(2n + 5) = 18$. Uji variabel Z_s berhubungan dengan S dengan rumus:

$$Z = \begin{cases} (S - 1)/Var(S)^{0.5}; & \text{untuk } S > 0 \\ 0 & ; \text{ untuk } S = 0 \\ (S + 1)/Var(S)^{0.5}; & \text{untuk } S < 0 \end{cases} \dots\dots\dots (5)$$

Uji *Mann-Kendall*, menerima hipotesis nol jika $-Z < Z_{cr} < Z$, di mana Z_{cr} adalah nilai kritis dari statistik sebaran normal statistik. Nilai Z merupakan nilai standar sebaran normal dan α adalah tingkat signifikansi. Pada kajian ini tingkat signifikansi (α) yang digunakan sebesar 5% atau sama dengan 1,96 pada nilai kritis (Z). Tingkat signifikansi ditentukan dari nilai Z dan α , Z bernilai positif apabila pergerakan *trend* debit naik dan bernilai negatif apabila pergerakan *trend* debit menurun. Untuk mengevaluasi hasil *trend*, nilai Z dikombinasikan dengan probabilitas *computed two-tailed* (P) dibandingkan dengan tingkat kepercayaan yang ditetapkan pengguna (5%) dari kurva distribusi normal standar (Gebremicael et al., 2017).

Pengujian *trend* dengan metode *Mann-Kendall* pada kajian ini dilakukan menggunakan *software xlstat*. Pengujian dilakukan pada tingkat signifikansi (α) 5% dengan pernyataan hipotesis, yaitu:

- H_0 : tidak ada *trend*
- H_a : ada *trend*

Jika nilai *p-value* lebih besar dari tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 maka hipotesis null H_0 tidak dapat ditolak, dengan kata lain H_0 diterima dan tidak menunjukkan adanya *trend*. Bila nilai *p-value* lebih kecil dari tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05 maka tolak hipotesis null H_0 dan terima hipotesis alternatif H_a , dengan kata lain H_0 ditolak dan menunjukkan adanya *trend*. *p-value* merupakan nilai probabilitas yang didapat dari suatu uji statistik

Uji *Mann-Kendall* biasanya digunakan dan cocok untuk mengidentifikasi *trend* data hidrologi karena tidak terpengaruh oleh distribusi, *outlier* dan nilai data *time series* yang hilang (Sheng Yue, Paul Pilon, & George Cavadias, 2002).

5) Evaluasi dan analisis perbandingan data debit hasil uji validasi

Evaluasi dan analisis data hasil uji dilakukan pada data debit bulanan dan BFI

pada masing-masing pos terpilih dengan membandingkan metode uji *Pettitt* dan uji T untuk homogenitas data dan metode uji *Mann-Kendall* dan *Spearman* untuk uji *trend* data. Pengujian data tersebut dilakukan pada tingkat signifikansi 5%. Berikut gambaran perbandingan metode uji *Pettitt* dan T seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan metode uji *Pettitt* dan T

Uji <i>Pettitt</i>	Uji T
Pengujian lebih sederhana	Pengujian menggunakan parameter rata-rata, standar deviasi
Uji statistik non parametrik (tanpa asumsi distribusi normal dan pengujian berdasarkan peringkat data dari kecil ke besar)	Uji statistik parametrik (berdistribusi normal dan membutuhkan parameter nilai rata-rata, standar deviasi)
Menggunakan data panjang series	Data yang digunakan dibuat dalam dua kelompok data

Sumber: Berdasarkan Hasil analisis

6) Kesimpulan dan Rekomendasi

Hasil dari uji validasi data debit dibuat dengan menentukan kriteria sebagai berikut:

- a) Kriteria hasil uji data baik
 - (1) Apabila pada pengujian homogenitas dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan bahwa hasil seri data homogen.
 - (2) Apabila pada pengujian *trend* dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan hasil seri data tidak terjadi *trend*.
- b) Kriteria hasil uji data meragukan
 - (1) Apabila pada pengujian homogenitas dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan bahwa sebagian seri data homogen.
 - (2) Apabila pada pengujian *trend* dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan bahwa terjadi *trend* naik/ turun.
 - (3) Perlu dilakukan pengecekan terhadap *trend* naik/ turun akibat kesalahan data, fenomena alam atau perubahan tata guna lahan, dengan rekomendasi:
 - (a) *Trend* debit naik (+) dan BFI turun (-) menunjukkan adanya alih fungsi lahan, dimana naiknya debit dapat disebabkan oleh berkurangnya lahan hijau dan banyaknya penutupan lahan yang relatif kedap air (seperti bangunan), sehingga debit yang mengalir tidak dapat meresap ke dalam tanah, langsung melimpas menjadi aliran permukaan yang menyebabkan debit yang ada meningkat.

(b) *Trend* debit turun (-) dan BFI turun (-) menunjukkan adanya fenomena alam yaitu berupa musim kemarau/ kering atau adanya faktor pengaruh manusia seperti adanya pengambilan air untuk sumber air baku. Dimana ketika adanya pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan air dalam tanah pun berkurang dan salah satu penyebab terjadi kekeringan pada musim kemarau.

(4) *Trend* debit naik (+) dan BFI naik (+) menunjukkan adanya fenomena alam yaitu berupa musim hujan/ basah. Di mana pada musim basah debit yang mengalir besar, sehingga serapan aliran air ke dalam tanah menjadi banyak. Tetapi apabila musim hujan terjadi debit lebih besar yang menyebabkan banjir, hal tersebut dapat terjadi karena adanya alih fungsi lahan.

- c) Kriteria hasil uji data tidak realistis
- (1) Apabila pada pengujian homogenitas dengan tingkat signifikansi 5% menunjukkan bahwa hasil seri data tidak homogen.
 - (2) Seri data tidak dapat digunakan dalam analisis *trend*.

Kesimpulan dari hasil uji validasi data debit berupa kriteria kondisi data seri dapat dilihat pada matriks Tabel 2.

Tabel 2 Matriks Kondisi Data Seri

Pengujian		Homogenitas		
		Seri Data Homogen	Sebagian Seri Data Homogen	Data Tidak Homogen
<i>Trend</i>	Tidak Ada <i>Trend</i>	Baik	Baik	Tidak Realistis
	Ada <i>Trend</i>	Meragukan ⁿ¹⁾	Meragukan ⁿ¹⁾	Tidak Realistis

Keterangan :
ⁿ¹⁾ Data Meragukan dengan diberi catatan bahwa *trend* naik/ turun akibat kesalahan data, fenomena alam atau perubahan lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan dan Pemilihan Data

DAS Citarum Hulu mempunyai pos duga air sebanyak ±22 pos. Data pos duga air yang dipilih merupakan data debit yang mempunyai rekaman data > 30 tahun. Pos duga air yang terpilih ada 4 pos duga air yaitu Pos Cigulung-Maribaya, Pos Cikapundung-Maribaya, Pos Cikapundung-Gandok dan Pos Citarum-Nanjung.

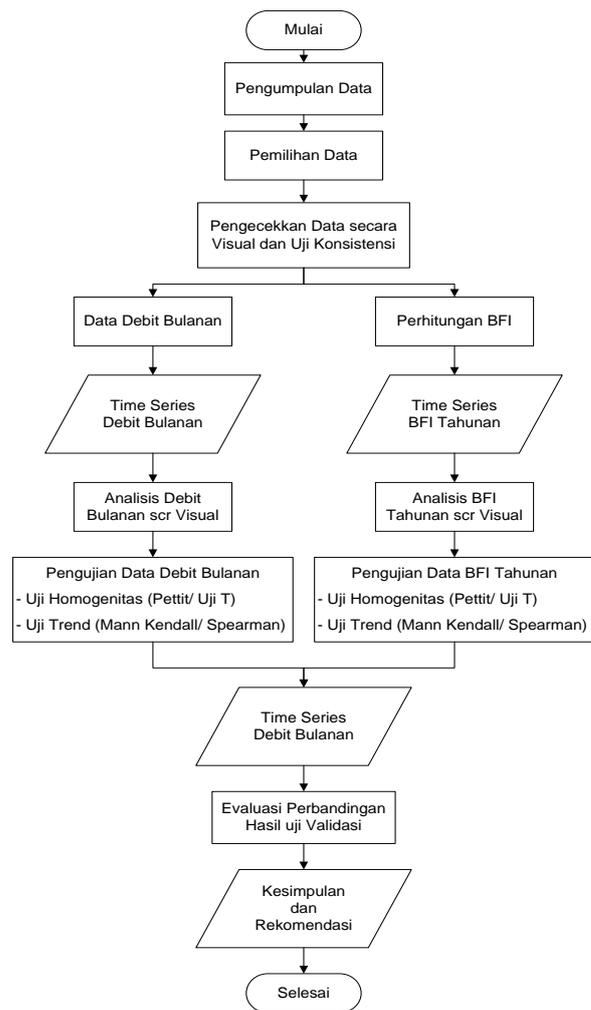
Pada kajian uji validasi ini digunakan data debit bulanan dengan panjang data > 30 tahun,

karena untuk melakukan pengujian homogenitas dan *trend* lebih baik menggunakan data yang panjang agar dapat menentukan gerakan *trend* menuju ke suatu arah, naik atau menurun. Oleh karena itu, terpilih 4 pos duga air yang mempunyai panjang data > 30 tahun yaitu pos duga air Cigulung-Maribaya dengan panjang data 55 tahun (1952-2013), Cikapundung-Maribaya dengan panjang data 59 tahun (1952-2013) data), Cikapundung-Gandok dengan panjang data 56 tahun (1957 - 2013) dan Citarum-Nanjung dengan panjang data 39 tahun (1973 - 2013). Ketersediaan data debit di DAS Citarum Hulu seperti terlihat pada Tabel 3.

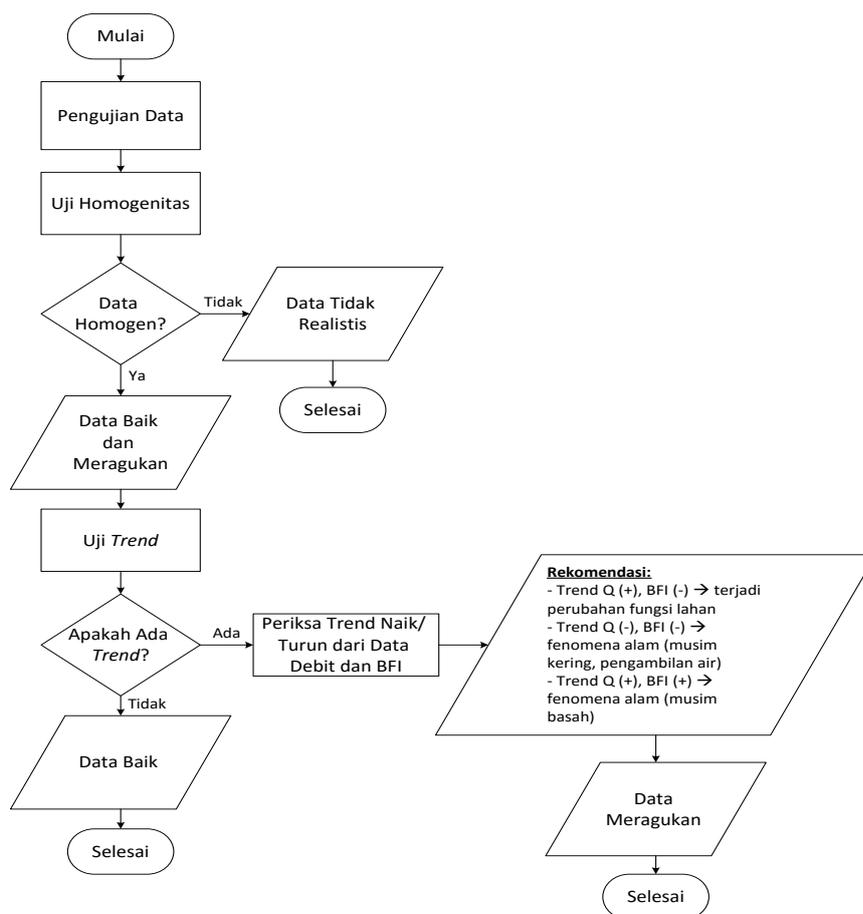
Tabel 3 Ketersediaan data debit pada pos terpilih

No	Nama Pos	Ketersediaan Data	Data Kosong	JJml Data (Tahun)
1	Cigulung-Maribaya	1952-2013	1966, 1967, 1968, 2002, 2004	55
2	Cikapundung-Maribaya	1952-2013	1968, 1960, 2002,	59
3	Cikapundung-Gandok	1957-2013	1990	56
4	Citarum-Nanjung	1973-2013	1989, 2004	39

Sumber: Buku Publikasi Data Debit, Pusair



Gambar 2 Kerangka Pikir Uji Validasi Data Debit



Gambar 3 Kerangka Pikir Hasil Uji Validasi Data Debit

Visualisasi Data

Visualisasi data merupakan proses pengecekan data secara visual dimana pada kajian ini dilakukan pada data debit bulanan dan *Base Flow Index* (BFI).

1) Data Debit Bulanan

Pengecekan data debit bulanan series dilakukan untuk mendeteksi adanya fluktuasi/ variasi data dari periode rentang waktu apakah terjadi adanya perubahan *trend* naik/ turun atau adanya perubahan fluktuasi musim yang disebabkan oleh iklim/ perubahan alam.

Data debit bulanan 4 pos duga air terpilih secara visual mempunyai pola data yang relatif sama seperti dapat dilihat pada Gambar 4-7. Berdasarkan grafik debit bulanan *series*, Pos Citarum-Nanjung mempunyai panjang data dari tahun 1973-2013 secara visual pola data debit bulanan relatif sama tidak terlihat ada *trend* dan bervariasi pada setiap bulannya. Citarum-Nanjung merupakan induk sungai dari sungai citarum yang terletak di hilir dengan luas DAS sebesar 1742,4 km² dan mempunyai data debit rata-rata bulanan yang relatif besar sebesar 252,13 m³/s pada bulan April 2013.

Pos Cigulung-Maribaya mempunyai panjang data dari tahun 1952-2013 menunjukkan pola data debit bulanan dengan *trend* turun pada periode 1950-2000an dan terlihat *trend* naik pada periode 2005an. Data debit bulanan terbesar pada rentang waktu tersebut pada bulan Mei 1970 sebesar 5,25 m³/s. Perlu pengecekan data pada bulan Agustus 1998 debit bernilai 0 dan data debit bulanan tahun 2003 mempunyai nilai berkisar 0,37-1,25 m³/s, apakah terjadi adanya kesalahan data atau perubahan iklim/ alam.

Pos Cikapundung-Maribaya mempunyai panjang data dari tahun 1957-2013 menunjukkan pola data yang bervariasi, terlihat *trend* turun pada periode rentang waktu tersebut. Pos Cikapundung-Maribaya mempunyai nilai debit rata-rata bulanan yang hampir sama dengan pos Cikapundung-Gandok pada periode 1970an sebesar 12 m³/s.

Pos Cikapundung-Gandok mempunyai panjang data dari tahun 1957-2013 menunjukkan pola data *trend* naik, berbeda dengan pos Cigulung-Maribaya dan Cikapundung-Maribaya yang mempunyai *trend* turun. Berdasarkan informasi, pos Cikapundung-Gandok mempunyai nilai debit yang kecil atau sama dengan Cikapundung-

Maribaya dikarenakan adanya pemakaian air pada hilir pos Cikapunding-Maribaya diantaranya untuk tenaga listrik, PDAM, irigasi, dll. Pos Cikapunding-Gandok merupakan pos duga air manual.

Berdasarkan Gambar 8 dan 9, dapat terlihat data debit yang tercatat pada pos Cikapunding-Maribaya dengan pos Cikapunding-Gandok relatif sama. Pos Cigulung-Maribaya dengan pos Cikapunding-Gandok debit yang tercatat konsisten lebih besar pada pos Cikapunding-Gandok.

2) *Base Flow Index* (BFI)

BFI merupakan rasio antara volume *base flow* dengan volume total aliran debit. Perhitungan nilai *base flow* berasal dari pemisahan hidrograf debit N harian dalam satu tahun, pada kajian ini dilakukan pada debit 5 harian. Berikut contoh hasil pemisahan *base flow* pada pos Cikapunding-Gandok seperti pada Gambar 10.

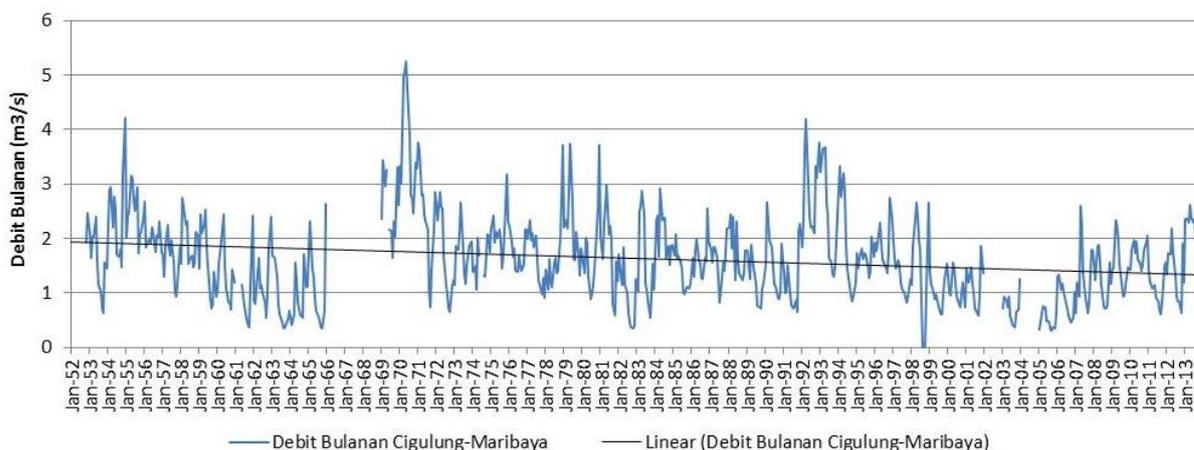
Berdasarkan nilai BFI Tahunan DAS Citarum Hulu seperti pada Gambar 12, terlihat bahwa kisaran Nilai BFI pada tiga pos di sub DAS Cikapunding sebesar 0,7-0,9 pada periode tahun 1971-2013 dengan menunjukkan *trend* naik. Sedangkan untuk pos duga air Citarum-Nanjung nilai BFI berkisar 0,4-0,7 dan mempunyai pola *trend* menurun pada periode 1991-2002.

Berdasarkan tabel klasifikasi fungsi hidrologi menurut Djuwansah, 2006 pada Tabel 4, hasil nilai BFI selama periode ±40 tahun pada DAS Citarum Hulu menunjukkan berada dalam kategori Sedang.

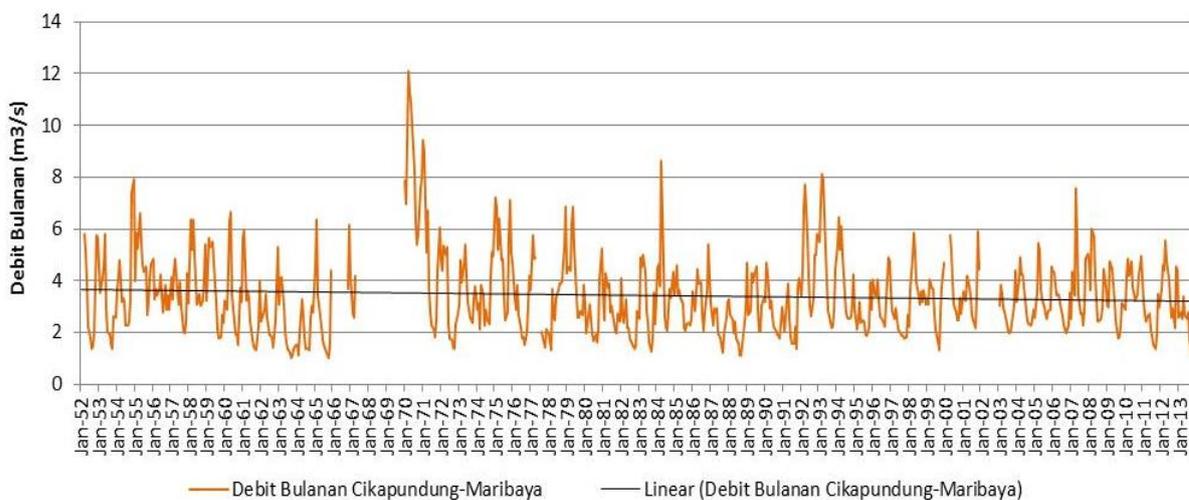
Tabel 4 Klasifikasi Fungsi Hidrologi

Klasifikasi Fungsi Hidrologi	BF/TF (Rasio)
Sangat Baik	> 0,9
Baik	0,7 – 0,9
Sedang	0,5 – 0,7
Buruk	0,3 – 0,5
Sangat Buruk	< 0,3

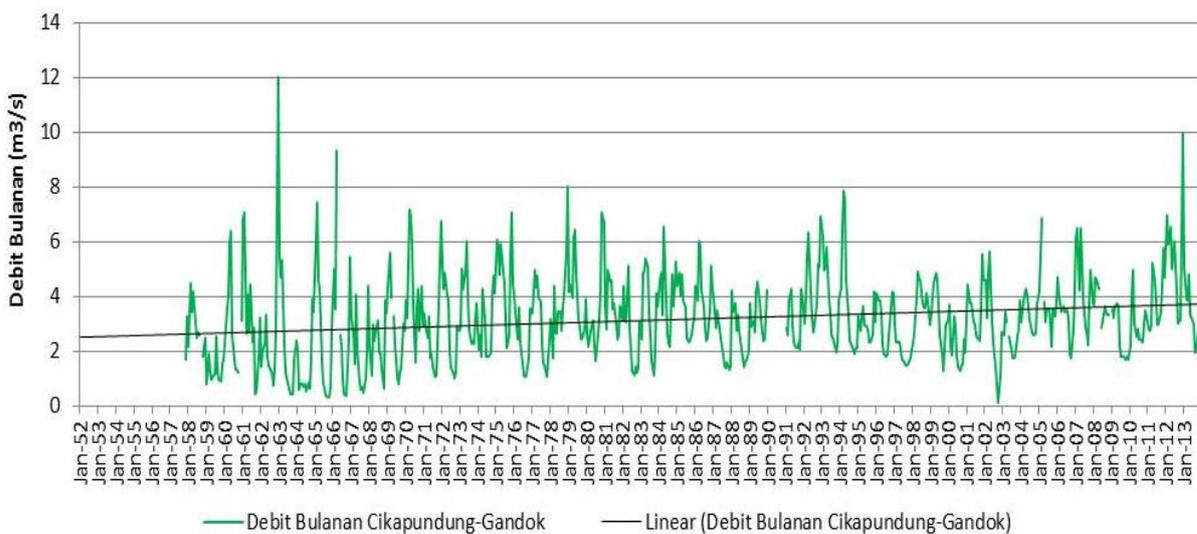
Sumber: Djuwansah, 2006



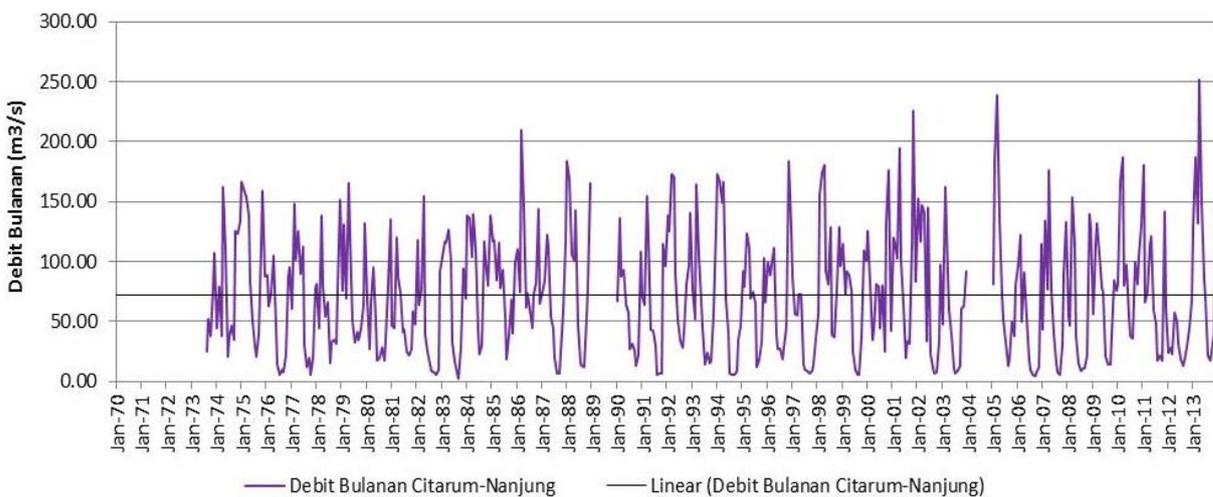
Gambar 4 Debit Bulanan Pos Cigulung-Maribaya Periode 1952-2013



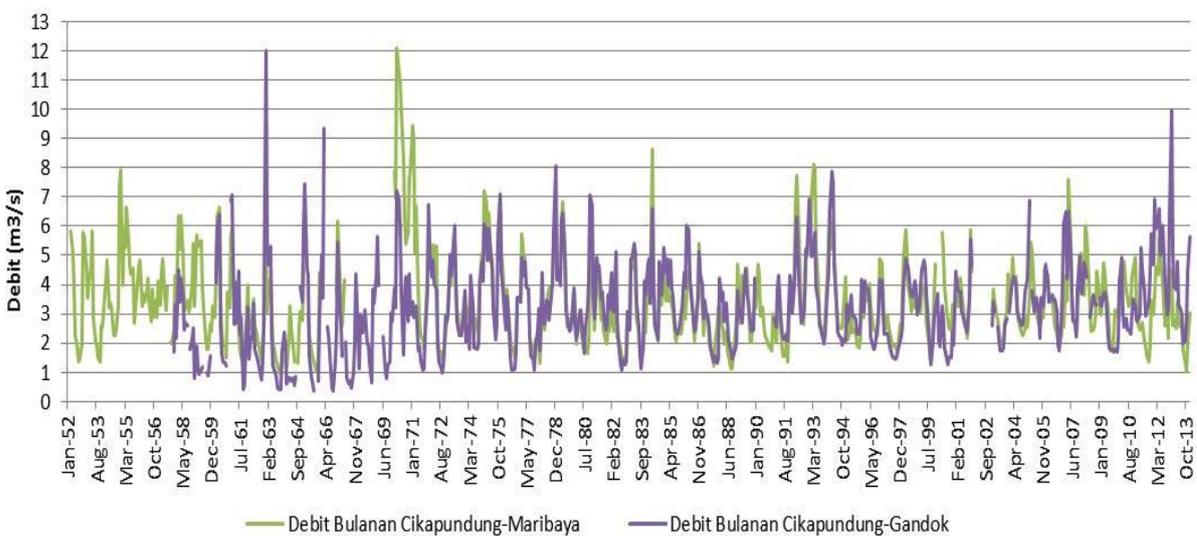
Gambar 5 Debit Bulanan Pos Cikapunding-Maribaya



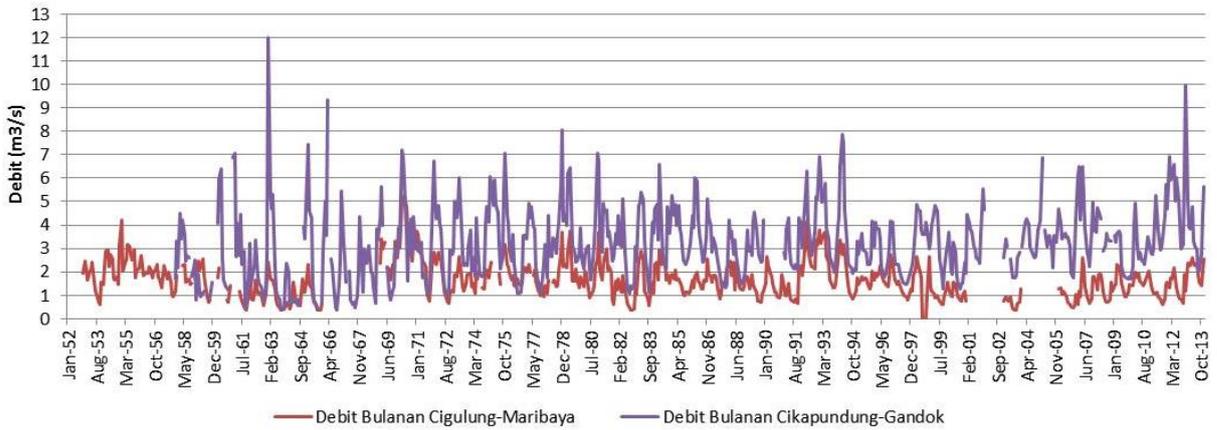
Gambar 6 Debit Bulanan Pos Cikapungding-Gandok



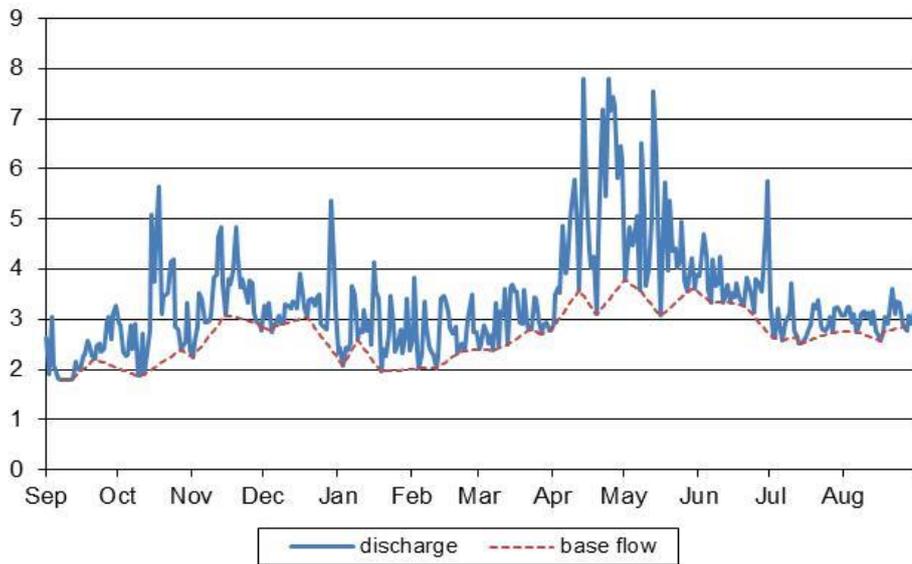
Gambar 7 Debit Bulanan Pos Citarum-Nanjung



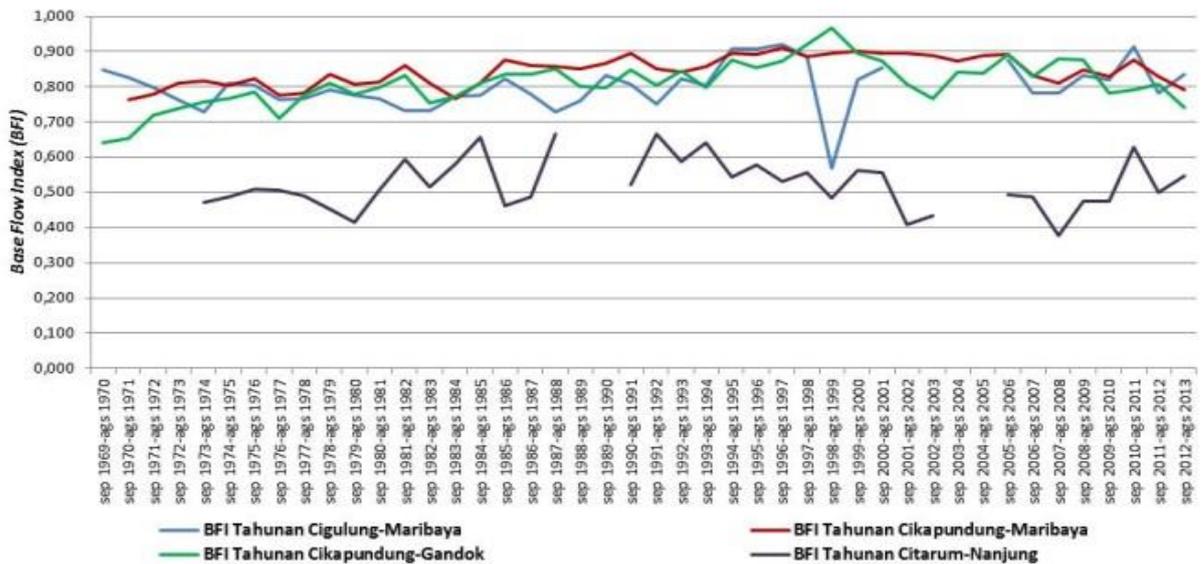
Gambar 8 Debit Bulanan Pos Cikapungding-Maribaya dan Pos Cikapungding-Gandok



Gambar 9 Debit Bulanan Pos Cigulung-Maribaya dan Pos Cikapundung-Gandok



Gambar 10 Contoh Grafik Aliran Rendah Pos Cikapundung-Gandok Tahun 2011

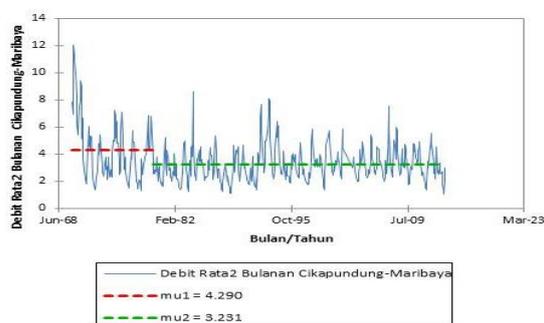


Gambar 11 Grafik Nilai BFI Tahunan DAS Citarum Hulu (Tahun 1970-2013)

Analisis Homogenitas dengan Metode Pettitt

Analisis homogenitas dilakukan pada data debit bulanan dan BFI dengan beberapa periode rentang waktu, yaitu periode 1953-2013, 1957-2013, 1970-2013, 1980-2013, 1990-2013 dan 2000-2013 pada tingkat signifikansi 5%. Pada kajian ini digunakan data rekaman dengan panjang > 30 tahun untuk uji homogenitas, karena untuk mendeteksi penyebab adanya perubahan data karena fenomena hidrologi (seperti tata guna lahan) memerlukan seri data panjang. Data dengan panjang rekaman < 10 tahun hanya dapat dideteksi untuk mendapatkan kategori data homogen atau tidak homogen.

Hasil pengujian data dengan metode Pettitt menunjukkan bahwa data debit bulanan pos Cigulung-Maribaya dan pos Cikapundung-Gandok tidak homogen. Hasilnya dibuktikan dengan nilai *p-value* < nilai tingkat signifikansi 5%. Penyebab data tidak homogen karena adanya perubahan nilai rata-rata debit bulanan seri pada periode tahun tertentu sehingga seri data pada pos tersebut menjadi tidak seragam, sehingga harus diketahui penyebab apakah karena adanya perpindahan lokasi, kesalahan pengamatan data atau perubahan alam. Contoh data tidak homogen dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Grafik Homogenitas Debit Bulanan Pos Cikapundung-Maribaya Periode 1970-2013

Kondisi data debit bulanan Pos Cigulung-Maribaya mengalami perubahan penurunan nilai rata-rata pada periode tahun 1990an dan mengalami peningkatan kembali pada periode tahun 2000an. Pos Cikapundung-Gandok mengalami perubahan peningkatan nilai rata-rata pada seri data periode tahun 2000an. Dari hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa data debit bulanan series kedua pos tersebut berkategori Tidak Realistis. Data debit bulanan series Pos Cikapundung-Maribaya menunjukkan hasil bahwa terdapat data tidak homogen pada periode tahun 1970-1990 di mana terjadi perubahan penurunan nilai rata-rata pada tahun 1976 dan mengalami kenaikan nilai rata-rata pada tahun 1991 dan sebagian periode mempunyai data homogen,

sehingga data debit bulanan pada pos tersebut termasuk dalam kategori Meragukan.

Pos Citarum-Nanjung menunjukkan bahwa data bulanan series pada pos tersebut homogen di mana nilai *p-value* hasil pengujian > nilai tingkat signifikansi 5%, sehingga berkategori Baik. Nilai *p-value* hasil uji metode Pettitt dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai *p-value* Data Debit Bulanan uji Pettitt

Uji Homogenitas (Pettitt) Data Debit Bulanan Series					
No	Periode	Cigulung Maribaya	Cikapundung Maribaya	Cikapundung g-Gandok	Citarum-Nanjung
1	1952-2013	<0.0001	0.076		
2	1957-2013	<0.0001	0.148	<0.0001	
3	1970-2013	<0.0001	0.003	0.029	0.562
4	1980-2013	<0.0001	<0.0001	0.006	0.571
5	1990-2013	<0.0001	0.273	0.003	0.514
6	2000-2013	<0.0001	0.103	0.000	0.130

Keterangan:
 Data Homogen
 Data tidak homogen

Sumber: Data Hasil Analisis

Hasil uji homogenitas nilai BFI dengan metode Pettitt menunjukkan bahwa keempat pos mempunyai sebagian data homogen dan sebagian lagi tidak homogen. Pos Cigulung-Maribaya mempunyai data tidak homogen 1952-1990, pos Cikapundung-Maribaya mempunyai data tidak homogen pada periode tahun 1952-1980 dan 1990-2013, pos Cikapundung-Gandok mempunyai data tidak homogen pada periode tahun 1952-1980 dan pos Citarum-Nanjung mempunyai data tidak homogen pada periode tahun 1990-2000. Nilai *p-value* hasil uji metode Pettitt pada data BFI dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil uji Pettitt tersebut dapat disimpulkan nilai BFI untuk keempat pos terpilih berkategori Meragukan.

Tabel 6 Nilai *p-value* BFI Tahunan hasil uji Pettitt

Uji Homogenitas (Pettitt) Data BFI Tahunan					
No	Periode	Cigulung Maribaya	Cikapundung Maribaya	Cikapundung g-Gandok	Citarum-Nanjung
1	1952-2013	<0.0001	<0.0001		
2	1957-2013	<0.0001	<0.0001	<0.0001	
3	1970-2013	0.00030	<0.0001	0.00010	0.19180
4	1980-2013	0.00020	0.07520	0.10980	0.05760
5	1990-2013	0.36730	0.00410	0.18990	0.01430
6	2000-2013	0.63560	0.00230	0.11230	0.35780

Keterangan:
 Data Homogen
 Data tidak homogen

Sumber: Data Hasil Analisis

Resume hasil kategori data debit bulanan dan BFI tahunan dengan menggunakan uji homogenitas Pettitt seperti pada Tabel 7.

Tabel 7 Resume Hasil uji homogenitas dengan Pettitt

No.	Nama Pos Duga Air	Kategori Data	
		Debit Bulanan Series	BFI Tahunan
1	Cigulung-Maribaya	Tidak Realistis	Meragukan
2	Cikapundung-Maribaya	Meragukan	Meragukan
3	Cikapundung-Gandok	Tidak Realistis	Meragukan
4	Citarum-Nanjung	Baik	Meragukan

Analisis Trend dengan Metode Mann-Kendall

Analisis *trend* dilakukan pada data debit bulanan dan BFI dengan beberapa periode rentang waktu, yaitu periode 1953-2013, 1957-2013, 1970-2013, 1980-2013, 1990-2013 dan 2000-2013 pada tingkat signifikansi 5%.

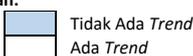
Uji Mann-Kendall merupakan pengujian untuk mendeteksi adanya *trend* data yang didasarkan pada rangking relatif dari data rentang waktu. Data yang digunakan pada kajian pengujian ini meliputi > 30 tahun. Menurut Soewarno, 2014, pengujian *trend* sebaiknya lebih dari 25 tahun, agar dapat diketahui ada atau tidaknya *trend* pada data seri dengan adanya gerakan yang menunjukkan kecenderungan menuju ke satu arah, menaik atau menurun. Apabila data runtut waktu yang mempunyai data kurang dari 10 tahun, kadang-kadang sulit untuk menentukan gerakan dari satu *trend* dan hasilnya dapat meragukan.

Berdasarkan hasil pengujian homogenitas telah didapatkan hasil bahwa hanya pos Cikapundung-Maribaya dan Citarum-Nanjung yang dapat dilakukan analisis *trend*. Oleh karena itu, untuk pos Cigulung-Maribaya dan Cikapundung-Gandok berdasarkan hasil uji *Pettitt* menunjukkan hasil data tidak homogen. Berdasarkan bagan alir Gambar 3 dijelaskan bahwa apabila data terdeteksi tidak homogen dan berkategori Tidak Realistis sehingga tidak dapat dilakukan analisis uji *trend*.

Hasil pengujian *trend* terhadap data debit dan BFI pada 4 pos terpilih dengan menggunakan metode Mann-Kendall seperti terlihat pada Tabel 8 s/d 10.

Tabel 8 Rekap nilai *p-value* hasil uji Mann-Kendall

Uji Trend (Mann-Kendall) Data Debit Bulanan Series					
No	Periode	Cigulung Maribaya	Cikapundung Maribaya	Cikapundung Gandok	Citarum Nanjung
1	1952-2013	0.000	0.338		
2	1957-2013	0.000	0.905	<0.0001	0.04
3	1970-2013	0.000	0.101	0.314	0.04
4	1980-2013	0.000	0.0104	0.124	0.862
5	1990-2013	0.002	0.858	0.040	0.822
6	2000-2013	0.000	0.213	0.000	0.531

Keterangan: 

Sumber: Data Hasil Analisis

Tabel 9 Rekap hasil *p-value* BFI Tahunan per periode

Uji Trend (Mann-Kendall) BFI Tahunan					
No	Periode	Cigulung Maribaya	Cikapundung Maribaya	Cikapundung g-Gandok	Citarum-Nanjung
1	1952-2013	<0.0001	<0.0001	-	-
2	1957-2013	<0.0001	<0.0001	<0.0001	-
3	1970-2013	0.020	0.001	<0.0001	0.925
4	1980-2013	0.002	0.397	0.194	0.166
5	1990-2013	1.000	0.026	0.418	0.037
6	2000-2013	1.000	0.101	0.101	0.841

Keterangan: 

Sumber: Data Hasil Analisis

Tabel 10 Rekap hasil Z statistik *Mann-Kendall* pada BFI Tahunan per periode

Nilai Z Statistik Mann-Kendall BFI Tahunan					
No	Periode	Cigulung Maribaya	Cikapundung Maribaya	Cikapundung g-Gandok	Citarum-Nanjung
1	1952-2013	4.467	5.750	-	-
2	1957-2013	4.327	5.166	5.768	-
3	1970-2013	2.313	3.320	4.096	-0.095
4	1980-2013	3.020	0.852	1.305	-1.392
5	1990-2013	0.000	-2.218	-0.819	-2.084
6	2000-2013	0.000	-3.285	-1.642	0.206

Keterangan: 

Sumber: Data Hasil Analisis

Trend debit bulanan pos Cikapundung-Maribaya pada periode rentang waktu 1952-2013, 1957-2013, 1970-2013, 1990-2013 dan 2000-2013 tidak menunjukkan adanya *trend*, hal ini dibuktikan dengan nilai *p-value* lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$ sehingga pernyataan hipotesis null H_0 diterima, seperti pada Tabel 9. Tetapi pada periode 1980-2013, secara statistik seri data menunjukkan adanya *trend* naik dibuktikan dengan nilai Z bertanda positif. Tabel 10 merupakan rekap hasil Z statistik *Mann-Kendall*. Oleh karena itu, pos Cikapundung-Maribaya termasuk dalam kategori sedang/ data meragukan.

Berdasarkan hasil uji *Mann-Kendall* pos Citarum-Nanjung mempunyai nilai *p-value* lebih besar dari nilai $\alpha=0,05$, di mana sesuai dengan pernyataan hipotesis null H_0 adalah diterima. Seri data debit rata-rata bulanan pos Citarum-Nanjung terlihat tidak mempunyai *trend*, maka kondisi data pos Citarum-Nanjung termasuk dalam kategori Baik.

Sementara itu, Subarna (2014) telah melakukan pengujian dengan metode mann-kendall tetapi data yang digunakan meliputi data unsur-unsur iklim meliputi data curah hujan, temperatur, evaporasi dan banyaknya hari hujan di cekungan Bandung pada periode pengamatan 1998-2007. Hasil kajiannya dengan menggunakan uji Mann-Kendall pada data curah hujan menunjukkan *trend* turun.

Resume hasil kategori uji *trend* dengan metode Mann-Kendall seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Resume Hasil uji *trend* dengan Mann-Kendall

No.	Nama Pos Duga Air	Kategori Data	
		Debit Bulanan Series	BFI Tahunan
1	Cigulung-Maribaya*)	Tidak Realistis	Meragukan
2	Cikapundung-Maribaya	Meragukan	Meragukan
3	Cikapundung-Gandok*)	Meragukan	Meragukan
4	Citarum-Nanjung	Baik	Meragukan

Catatan : *) Tidak Lulus Uji Homogenitas

Evaluasi Perbandingan Metode Uji Homogenitas *Pettitt* dengan Uji T

Perbandingan metode uji homogenitas ini dilakukan untuk mengetahui metode mana yang sesuai diterapkan untuk DAS Citarum Hulu. Sebelum dilakukan pengujian homogenitas, terlebih dahulu data yang diperoleh dilakukan uji distribusi normal. Pada kajian ini uji distribusi normal dilakukan dengan menggunakan metode *chi square*. Hasil dari uji tersebut menunjukkan bahwa data debit bulanan pada 4 pos terpilih tidak berdistribusi normal.

Hasil uji homogenitas dengan tingkat signifikansi 5% menggunakan metode *Pettitt* dan T, seperti pada Tabel 12 menunjukkan bahwa uji T mempunyai pernyataan hipotesis lebih banyak menerima hipotesis null H_0 , yang berarti data homogen, tetapi hasil uji distribusi statistik data menyatakan distribusi normal tidak diterima, sehingga hasil uji T tidak dapat diterima karena pengujian T mempunyai syarat harus berdistribusi normal.

Metode uji *Pettitt* merupakan pengujian yang tidak memerlukan asumsi berdistribusi normal. Oleh karena itu, pada kajian ini metode uji *Pettitt* lebih sesuai untuk diterapkan pada DAS Citarum Hulu dibandingkan dengan metode uji T.

Berdasarkan hasil uji homogenitas pada kedua metode tersebut, dapat disimpulkan bahwa jika populasi data berdistribusi normal maka lebih baik menggunakan metode uji T. Tetapi kebanyakan data hidrologi yang ada mempunyai data acak dan tidak berdistribusi normal, sehingga metode uji *Pettitt* lebih sesuai digunakan pada pengujian data debit dan khususnya diterapkan pada kajian ini karena kelebihanannya yang dapat menguji data tanpa adanya asumsi terdistribusi normal, seperti mengacu pada Tabel 1 perbandingan metode uji *Pettitt* dan T. Sementara Sanusi (2016) dalam kajiannya telah menggunakan metode uji *Standard Normal Homogeneity*, uji Rentang *Buishand*, uji *Pettitt* dan uji *Rasio von Neumann* untuk mendeteksi homogenitas data curah hujan tahunan selama 30 tahun di kota Makasar. Hasil yang

diperoleh dari keempat metode uji tersebut menunjukkan bahwa kota Makasar memiliki runtun hujan yang homogen.

Evaluasi Perbandingan Metode Uji *Trend Mann-Kendall* dengan Uji *Spearman*

Evaluasi perbandingan dilakukan juga pada uji *trend* yaitu metode uji Mann-Kendall dan uji *Spearman* dengan tingkat signifikansi 5%. Pengujian *trend Mann-Kendall* dan *Spearman* dilakukan dengan menggunakan *software xlstat* dan SPSS. Perbandingan kedua metode uji tersebut dilakukan pada data debit bulanan dan BFI tahunan.

Berdasarkan hasil uji perbandingan metode Mann-Kendall dan *Spearman* yang telah dilakukan, seperti pada Tabel 13 dapat disimpulkan bahwa hasil menunjukkan kedua metode mempunyai kinerja yang relatif sama dalam menghasilkan pernyataan hipotesis, dan mempunyai hasil nilai *p-value* (probabilitas) yang tidak jauh berbeda pada kedua metode.

Hal ini disebabkan kedua uji tersebut memiliki metode statistik yang sama yaitu non-parametrik, sehingga memiliki sifat dan kekuatan yang sama. Seperti yang diungkapkan oleh Sheng Yue, dkk, 2002 dalam kajiannya bahwa kedua uji (*Mann-Kendall* dan *Spearman*) memiliki kekuatan yang sama dalam mendeteksi suatu *trend*, kekuatan kedua uji ini tergantung pada tingkat signifikansi, ukuran sampel data seri, dan jenis distribusi data.

Berdasarkan resume hasil analisis statistik uji *trend* dengan menggunakan metode Mann Kendal terlihat bahwa *trend* debit di DAS Citarum Hulu terjadi tidak merata, terutama *trend* debit di Cikapundung-Gandok yang mengalami kenaikan secara signifikan mulai tahun 1990an dan mengalami penurunan *trend* BFI di pos Cikapundung-Maribaya pada tahun 1990-2013. Adapun resume hasil uji *trend* debit bulanan series dan BFI pada 4 pos duga air pada setiap periode rentang waktu seperti pada Tabel 14.

Tabel 12 Rekap nilai *p-value* uji Homogenitas

Data	Periode	Cigulung-Maribaya		Cikapundung-Maribaya		Cikapundung-Gandok		Citarum-Nanjung	
		Pettitt	T	Pettitt	T	Pettitt	T	Pettitt	T
Debit Bulanan Series	1952-2013	< 0.0001	0,00	0,08	0,01	-	-	-	-
	1957-2013	< 0.0001	0,00	0,15	0,09	< 0.0001	0,00	-	-
	1970-2013	< 0.0001	0,00	0,00	0,44	0,03	0,62	0,56	0,09
	1984-2013	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,39	0,01	0,77	0,57	0,53
	1990-2013	< 0.0001	0,00	0,27	0,55	0,00	0,17	0,51	0,01
	2000-2013	< 0.0001	0,00	0,10	0,61	0,00	0,00	0,13	0,05
BFI Tahunan	1952-2013	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	-	-	-	-
	1957-2013	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	-	-
	1970-2013	0,00	0,00	< 0.0001	0,00	0,00	0,00	0,19	0,50
	1986-2013	0,00	0,00	0,08	0,09	0,11	0,09	0,06	0,03
	1990-2013	0,37	0,43	0,00	0,05	0,19	0,05	0,01	0,01
	2000-2013	0,64	0,64	0,00	0,00	0,11	0,28	0,36	0,82

Keterangan:

	Data Homogen
	Data Tidak Homogen

Sumber: Data Hasil Analisis

Tabel 13 Rekap nilai *p-value* uji Trend DAS Citarum Hulu

No	Data	Periode	Cigulung-Maribaya		Cikapundung-Maribaya		Cikapundung-Gandok		Citarum-Nanjung	
			MK	Spearman	MK	Spearman	MK	Spearman	MK	Spearman
1	Debit Bulanan Series	1952-2013	0,00	0,00	0,34	0,32	-	-	-	-
		1957-2013	0,00	0,01	0,90	0,90	< 0.0001	0,00	-	-
		1970-2013	0,00	0,00	0,10	0,10	0,31	0,31	0,60	0,60
		1984-2013	0,00	0,00	0,01	0,01	0,12	0,11	0,86	0,85
		1990-2013	0,00	0,01	0,86	0,91	0,04	0,04	0,82	0,79
		2000-2013	0,00	0,00	0,21	0,22	0,00	0,00	0,53	0,52
2	BFI Tahunan	1952-2013	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	-	-	-	-
		1957-2013	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	< 0.0001	0,00	-	-
		1970-2013	0,02	0,01	0,00	0,00	< 0.0001	0,00	0,92	0,91
		1986-2013	0,00	0,00	0,40	0,34	0,19	0,27	0,17	0,16
		1990-2013	1,00	0,82	0,03	0,02	0,42	0,38	0,04	0,03
		2000-2013	1,00	0,92	0,00	0,00	0,10	0,12	0,84	0,80

Keterangan:

	Tidak Ada Trend
	Ada Trend

Sumber: Data Hasil Analisis

Tabel 14 Resume Trend Debit Bulanan dan BFI hasil uji DAS Citarum Hulu

No	Periode	Cigulung-Maribaya				Cikapundung-Maribaya				Cikapundung-Gandok				Citarum-Nanjung			
		Q		BFI		Q		BFI		Q		BFI		Q		BFI	
		T	TT	T	TT	T	TT	T	TT	T	TT	T	TT	T	TT	T	TT
1	1952-2013	(-)		(+)		√	(+)										
2	1957-2013	(-)		(+)		√	(+)		(+)		(+)						
3	1970-2013	(-)		(-)		√	(+)			√	(+)			√		√	
4	1980-2013	(-)		(-)	(+)			√		√		√		√		√	
5	1990-2013	(-)			√		√	(-)		(+)		√		√		(-)	
6	2000-2013	(-)			√		√	(-)		(+)		√		√		√	

Keterangan : T : Ada Trend Naik (+)/ Turun (-)

TT : Tidak Ada Trend

Sumber: Data Hasil Analisis

KESIMPULAN

Hasil kajian uji validasi data debit di DAS Citarum Hulu pada 4 pos duga air terpilih dengan ketersediaan data > 30 tahun menunjukkan bahwa nilai BFI tahunan tahun 1970-2013, secara visual menunjukkan tidak adanya *trend* yang signifikan, pos Cigulung-Maribaya, Cikapundung-Maribaya dan Cikapundung-Gandok berdasarkan tabel klasifikasi fungsi hidrologi termasuk dalam kategori Baik, sedangkan pos Citarum-Nanjung berkategori Sedang.

Hasil evaluasi homogenitas menggunakan metode statistik uji *Pettitt* dan uji T pada tingkat signifikansi 5%, diperoleh hasil hipotesis yang relatif sama, tetapi uji distribusi statistik data menyatakan tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, pada kajian ini metode uji *Pettitt* lebih baik digunakan pada DAS Citarum Hulu dibandingkan uji T, karena uji *Pettitt* termasuk dalam uji non parametrik dimana tidak dipersyaratkan untuk terdistribusi normal. Hasil evaluasi uji *trend* dengan metode uji Mann-Kendall dan *Spearman* pada tingkat signifikansi 5% diperoleh hasil hipotesis yang relatif sama dan mempunyai nilai *p-value* relatif sama pula. Hal ini disebabkan oleh kedua uji tersebut mempunyai metode uji yang sama yaitu non-parametrik, sehingga mempunyai kekuatan yang sama.

Hasil pengujian homogenitas dan *trend* yang telah dilakukan pada 4 pos duga air di DAS Citarum Hulu didapatkan hasil bahwa kondisi data pos Citarum-Nanjung berkategori Baik. Cigulung-Maribaya berkategori Tidak Realistis, berdasarkan data yang diperoleh terjadi adanya perubahan nilai rata-rata debit bulanan seri pada periode tahun tertentu sehingga seri data pada pos tersebut menjadi tidak seragam, oleh karena itu, seri data tidak layak untuk digunakan dalam analisis, apabila akan digunakan perlu konfirmasi lebih lanjut kepada pengelola tentang penyebab apakah ada kesalahan pengamatan data atau perubahan alam. Cikapundung-Maribaya dan Cikapundung-Gandok berkategori Meragukan, oleh karena itu, apabila data akan digunakan untuk analisis lebih lanjut maka lengkung debit harus dikalibrasi dengan menggunakan metode grafis.

Berdasarkan hasil pengujian, homogenitas dan *trend* debit di DAS Citarum Hulu terjadi tidak merata. *Trend* debit di sub DAS Cikapundung mengalami kenaikan secara signifikan mulai tahun 1980-an dan mengalami penurunan *trend* BFI di pos Cikapundung-Maribaya pada tahun 1990-2013. Hal ini mengindikasikan bahwa adanya pengaruh perubahan fungsi lahan pada sub DAS Cikapundung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dra. Sri Mulat Yuningsih, Dr. Wanny Adidharma, MSc, Prof. (R). Dr. Waluyo Hatmoko, M.Sc, Dr. Eng. Arno Adi Kuntoro, ST, MT atas arahan dan bimbingan yang telah diberikan sehingga makalah ini dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa. (2012). Analisis Indeks Base flow Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo. *IPB*. (Skripsi S1 pada Jurusan Geofisika dan Meteorologi, IPB tidak dipublikasikan)
- Bru, V. (2008). Assessment of the Base Flow in the Upper Part of Torysa River Catchement. *Slovak Journal of Civil Engineering*, 2, 8–14.
- Chiew, F., & Siriwardena, L. (n.d.). www.toolkit.net.au/trend.
- Diermanse, F. L. M., Kwadijk, J. C. J., Beckers, J. V. L., & Crebas, J. I. (2010). Statistical trend analysis of annual maximum discharges of the Rhine and Meuse rivers. BHS Third International Symposium, Managing Consequences of a Changing Global Environment, 1–5.
- Djuwansah, M. (2006). Aliran Rendah sebagai Indikator Fungsi Hidrologi DAS. *LIPI*, 11-21.
- Fitria. (2017, Mei 13). Gambaran Umum DAS Citarum. Retrieved Mei 13, 2017, from Perpustakaan DigitalITB:<http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/632/jbptitbpp-gdl-fitriakusu-31556-5-2008ta-4.pdf>. Diunduh pada tanggal 13 Mei 2017.
- Gebremicael, T. G., Mohamed, Y. A., Zaag, P. V., & Hagos, E. Y. (2017). Temporal and spatial changes of rainfall and streamflow in the Upper Tekezē-Atbara river basin, Ethiopia. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(4), 2127–2142. <https://doi.org/10.5194/hess-21-2127-2017>
- Gustard, A., Bullock, A., & Dixon, J. M. (1992). Low flow estimation in the United Kingdom. *Report - UK Institute of Hydrology*, 108(108).
- Nihayatin, L. Z. (2013). *Perbandingan Uji Homogenitas Runtun Data Curah Hujan Sebagai Pra-Pemrosesan Kajian*. 2(2), 1–5.
- Nugroho, S. P. (2009). Perubahan Watak Hidrologi Sungai-Sungai Bagian Hulu Di Jawa. *Jurnal Air Indonesia*, 5(2), 112–118.
- Sanusi, W. (2016). Analisis Homogenitas Data Curah Hujan Tahunan. *JURNAL Scientific Pinisi*, 2(2), 147–142.

- Sheng Yue, Paul Pilon, & George Cavadias. (2002). Power of the Mann±Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology* , 259, 254±271.
- Smakhtin, V. U. (2001). Low flow hydrology: A review. *Journal of Hydrology*, 240(3–4), 147–186. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00340-1](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00340-1).
- Soewarno. (2014). Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo dalam Pengelolaan Sumber Daya Air. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Soewarno. (2015). Analisis Data Hidrologi menggunakan Metode Statistika dan Stokastik. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Subarna, D. (2014). Uji Kecenderungan Unsur-unsur Iklim di Cekungan Bandung dengan Metode Mann-Kendall. *Berita Dirgantara*, 15(1), 1–6.
- Susanto, B., & Diniardi, E. M. (2011). Analisis Kecenderungan Data Hujan di Jawa Timur Menggunakan Metode Mann-Kendal dan Rank-Sum Test. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 25(1), 19–28.
- Vezzoli, R., Pecora, S., Zenoni, E., & Tonelli, F. (2013). Data Analysis to Detect Inhomogeneity, Change Points, Trends in Observations: An Application to Po River Discharge Extremes. *SSRN Electronic Journal*, (July). <https://doi.org/10.2139/ssrn.2195345>.
- World Meteorological Organization. (1994). Guide to Hydrology Practice 5th edition, Data Acquisition, Processing, Analysis, Forecasting and other application. Geneva: World Meteorological Organization.
- World Meteorological Organization. (2008). Guide to Hydrology Practice 6th Edition, Volume I Hydrology - from Measurement to Hydrological Information. Geneva: World Meteorological Organization.