

	Bulletin of Scientific Contribution GEOLOGY Fakultas Teknik Geologi UNIVERSITAS PADJADJARAN homepage: http://jurnal.unpad.ac.id/bsc	p-ISSN: 1693-4873 e-ISSN: 2541-514X Volume 16, No.1 April 2018
---	--	--

KARAKTERISTIK MUSIMAN DEBIT SUNGAI CIKAPUNDUNG DI KAWASAN BANDUNG UTARA, JAWA BARAT

Zamzam A.J. Tanuwijaya¹, Hendarmawan², A. Sudradjat² dan W. Kuntjoro¹

¹ Program Studi Teknik Geodesi dan Geomatika, ITB.

² Program Studi Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran.

ABSTRACT

The river discharge of the North Cikapundung Watershed is generally composed by seasonal and anomalous components. In this study, harmonic analysis is applied to the seasonal component which extracts the cycles that construct this component. The result shows that the normal mean of the discharge is constructed by three main cycles: annually (11.91 months), semiannually (6.02 months), and trimesterly (4 months). The result is strengthened by spectral analysis of the raw data, which shows three significant signals periods. Based on cross-spectrum and coherence analysis, it can be concluded that the main determinat of discharge variation is the rainfall pattern in the Lembang Drainage Basin (the Upper Cikapundung Watershed). The peak of the discharge in average occurs during the second rainy season (Australian Monsoon), while the peak of rainfall in average occurs during the first rainy season (Asian Monsoon).

Keywords: discharge, seasonal, monsoon, harmonic, coherency

ABSTRAK

Debit sungai di DAS Cikapundung KBU (Kawasan Bandung Utara) secara umum mengandung oleh komponen musiman dan komponen anomali. Dalam penelitian ini diterapkan analisis harmonik terhadap komponen musiman untuk mengekstrak siklus-siklus yang membangun komponen ini. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa rata-rata normal debit dibangun oleh tiga siklus utama: siklus tahunan, tengah tahunan, dan 4 bulanan. Hasil ini diperkuat oleh analisis spektral terhadap data mentah debit yang memunculkan sinyal-sinyal signifikan pada tiga periode tersebut. Berdasarkan analisis spektrum silang dan koherensi, dapat disimpulkan bahwa determinan utama variasi debit adalah pola curah hujan di cekungan drainase Lembang (DAS Cikapundung Hulu). Puncak debit sungai rata-rata terjadi pada masa musim penghujan kedua (Monsun Australia), sedangkan puncak curah hujan rata-rata terjadi pada masa musim penghujan pertama (Monsun Asia).

Kata kunci: debit, musiman, monsun, harmonik, koherensi

PENDAHULUAN

DAS Cikapundung KBU (Kawasan Bandung Utara) segmen Maribaya-Gandok mencakup dua zona sistem fluvial, zona transfer dan zona deposisi. Pada segmen ini terjadi kehilangan debit yang signifikan, baik yang disebabkan oleh faktor rekayasa maupun oleh sebab alami. Kehilangan debit secara alami terjadi melalui mekanisme imbuhan influent, yaitu air sungai bersifat mengisi akifer air tanah. Proses imbuhan pada segmen ini merupakan suatu anomali, karena secara umum segmen ini bersifat effluent, yaitu air tanah bersifat mengisi air sungai (Puradimaja & Lubis, 2006; Tanuwijaya dkk., 2016, 2017). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji karakteristik komponen musiman debit

sungai di DAS Cikapundung KBU, dimana pola imbuhan musiman debit dapat mengendalikan pola fluktuasi musiman muka air tanah (water table) di dalam akifer, khususnya akifer yang tak tertekan (unconfined) di daerah yang diteliti (Charlton, 2008; Healy, 2010).

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Data debit sungai Cikapundung dalam basis harian sepanjang 64 tahun (1952-2016) diperoleh dari instansi PSDA Provinsi Jawa Barat. Debit harian diestimasi berdasarkan tinggi muka air rata-rata harian melalui kurva lengkung debit (rating curve). Tinggi muka air diukur setiap hari pada pukul 07:00, 12:00, dan 17:00 di tiga pos air (outlet): Cigulung (A), Maribaya (B), dan

Gandok (C). Data curah hujan stasiun Lembang (CH-1) dan Cemara (CH-2), diperoleh dari instansi BMKG Bandung. Data curah hujan yang digunakan berdasarkan periode observasi sepanjang 67 tahun (1949-2016) untuk basis bulanan, dan 42 tahun (1971-2013) untuk basis harian. Adapun metoda analisis data yang digunakan adalah metoda statistik, analisis harmonik, dan spektrum silang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

DAS Cikapundung Hulu (cekungan drainase Lembang) didefinisikan oleh pos air Maribaya (B), memiliki luas sekitar 74,881 km². Karakter temporal seluruh jaringan sungai yang ada di dalam cekungan drainase dapat tercermin pada debit Cikapundung yang terukur di Maribaya. DAS ini merupakan bagian dari DAS Cikapundung KBU yang didefinisikan oleh pos air Gandok (C), memiliki luas sekitar 89,993 km² (Gambar-1, Gambar-2). DAS Cikapundung Hulu dapat dibagi lagi ke dalam tiga buah Sub-DAS, yaitu Sub-DAS Cigulung (34,789 km²), Sub-DAS Cikawari (15,997 km²), dan Sub-DAS Cikapundung (23,729 km²).

Berdasarkan data debit dalam basis bulanan, hubungan statistik antara debit Cigulung (A) dan Cikapundung-Maribaya (B) dapat dinyatakan oleh suatu garis regresi dengan nilai koefisien determinasi (R^2) 0,8954. Nilai ini menyatakan bahwa variasi debit Cikapundung di Maribaya 89% lebih dapat diterangkan oleh variasi debit Cigulung (Gambar-3), adapun sisanya berasal dari variasi debit sungai-sungai di Sub-DAS Cikawari dan Sub-DAS Cikapundung.

Berdasarkan data debit sungai bulanan (Gambar-2) dan tahunan (Gambar-4), tampak terjadi anomali pada sekitar tahun 1970-1971, dimana debit pada ketiga sungai meluap secara signifikan. Fenomena meluapnya debit sungai yang diikuti oleh resesi dalam jangka waktu yang cukup panjang, dimana fenomena seperti ini biasanya disebabkan oleh alih fungsi lahan hutan. Ketika hutan dibuka debit sungai bisa meluap, karena air tanah yang ada di dalam akifer secara osmosis tidak ada yang menahan, dan mengalir ke luar menjadi limpasan pada kanal-kanal sungai (Asdak, 2010; Malmer, 1992; Roberts, 2000).

Berdasarkan pola tendensi tahunan, resesi debit terjadi mulai tahun 1970-an, dan pada tahun 2010-an tampak ada pemulihan debit akibat adanya anomali curah hujan ekstrim La-Nina, yang merupakan anomali curah hujan tahunan terbesar dalam kurun 68 tahun terakhir (1949-2016) di KBU (Gambar-5). Tendensi resesi debit tidak secara khusus disebabkan

oleh penurunan curah hujan, karena di wilayah KBU tidak terjadi penurunan curah hujan yang signifikan. Hal ini mengindikasikan terjadinya penurunan input debit sungai dari komponen aliran dasar (baseflow). Input komponen air hujan yang tidak ditahan oleh vegetasi hutan akan menjadi air larian di permukaan (overland-flow) dan di bawah permukaan (interflow).

Berdasarkan analisis harmonik terhadap normal debit sungai harian sepanjang 45 tahun (1971-2016), rekonstruksi enam harmonik pertama menghasilkan pola rata-rata normal debit harian di DAS Cikapundung KBU (Gambar-6). Pola rata-ratanya tampak mengikuti pola rata-rata normal curah hujan harian di wilayah KBU yang direkonstruksi berdasarkan data curah hujan harian sepanjang 42 tahun (1971-2013). Rataan normal debit sungai dan curah hujan di wilayah KBU tampak memiliki pola musiman yang kuat dan relatif sefasa (Gambar-7).

Musim penghujan di Pulau Jawa secara umum terjadi pada saat posisi semu matahari berada di Belahan Bumi Selatan (BBS), di antara autumnal equinox (22 September) dan vernal equinox (20 Maret). Berdasarkan kurva normal harian, wilayah KBU mengalami puncak musim penghujan pertama pada pertengahan November, dimana puncak hujan terjadi sebelum Matahari mencapai titik balik selatan (winter solstice) pada 21 Desember. Puncak musim penghujan kedua terjadi pada minggu terakhir Maret, yaitu setelah Matahari bergerak ke utara dan melewati garis ekuator pada tanggal 20 Maret (vernal equinox). Musim penghujan pertama dibangkitkan oleh Monsun Asia melalui angin pasat baratan yang datang ke wilayah KBU. Sedangkan musim penghujan kedua dibangkitkan oleh Monsun Australia melalui angin pasat timuran.

Sabuk tekanan rendah (monsoon trough) bermigrasi dalam arah utara-selatan mengontrol pergerakan angin pasat yang mengalami konvergensi pada sabuk ekuator meteorologis dan membangkitkan regim hujan. Migrasi sabuk tekanan rendah ini mengikuti pergerakan semu Matahari di permukaan Bumi. Pergerakan semu Matahari melintasi Pulau Jawa terjadi dua kali dalam setahun, masing-masing berdurasi sekitar empat harian. Pertama pada saat Matahari bergerak ke selatan (9-12 Oktober), dan kedua pada saat Matahari bergerak ke utara (1-4 Maret). Puncak musim penghujan di KBU tidak terjadi pada saat Matahari berada di atas zenit KBU (awal Oktober atau Maret), tapi terjadi setelah matahari melewati bulan Oktober atau awal Maret. Ini mengindikasikan bahwa curah hujan Monsun tidak dibangkitkan

melalui mekanisme konveksi murni, namun dikendalikan oleh faktor kecepatan angin yang mengangkat massa udara dari troposfer bawah. Puncak musim penghujan pertama (November) jaraknya sekitar satu bulan dari perihelion (3 Januari). Mendekati titik ini, intensitas radiasi Matahari meningkat, menyebabkan naiknya intensitas radiasi balik yang dipancarkan Bumi yang diikuti oleh proses evaporasi-kondensasi, sehingga suplai curah hujan meningkat.

Pada minggu terakhir Maret terjadi puncak musim penghujan kedua. Terjadi setelah pergerakan semu Matahari melewati titik musim semi (vernal equinox) 20 Maret. Puncak musim penghujan ini terkait dengan posisi sabuk tekanan rendah di kawasan utara ekuatorial. Massa udara yang bergerak dari Benua Australia menuju ke zona ekuatorial merupakan angin pasat timuran yang membangkitkan curah hujan Monsun Australia di KBU. Curah hujan di wilayah ini merupakan produk interaksi antara angin pasat yang membawa uap air dari Samudera Indonesia dan faktor topografi lokal, karena itu curah hujan di Cekungan Bandung dikenal sebagai curah hujan bertipe lokal. Puncak musim penghujan pertama (akhir November) merupakan produk Monsun Asia, sedangkan puncak musim penghujan kedua (akhir Maret) merupakan produk Monsun Australia. Suplai curah hujan pada puncak musim penghujan pertama relatif lebih besar daripada yang kedua, disebabkan oleh faktor pemanasan perairan Laut Jawa (Paparan Sunda) lebih besar daripada di Samudera Indonesia.

Estimasi rata-rata normal debit harian diperoleh berdasarkan rekonstruksi enam harmonik pertama. Debit terbesar rata-rata terjadi pada bulan April, sedangkan debit terkecil terjadi pada bulan Agustus. Secara umum, debit terbesar terjadi pada puncak musim penghujan dan debit terkecil terjadi pada puncak musim kemarau. Berbeda dengan normal curah hujan yang mencapai puncak hujan pada bulan November (Monsun Asia), puncak debit sungai Cikapundung terjadi pada bulan April (Monsun Australia).

Kenaikan debit sungai merespon kenaikan curah hujan secara delay dalam selang beberapa hari hingga satu minggu. Hal ini mengindikasikan bahwa meluapnya debit menunggu waktu penjumlahan tanah oleh air hujan. Puncak debit terjadi pada minggu pertama April, setelah puncak curah hujan Monsun Australia terjadi pada akhir Maret. Walaupun puncak musim penghujan tahunan terjadi pada sekitar minggu ketiga November (Monsun Asia), namun puncak debit tahunan tidak terjadi pada bulan November, karena curah hujan yang turun

lebih banyak digunakan untuk menjenuhkan tanah. Pada saat jeda monsun, laju penurunan debit sungai tidak sedalam laju penurunan curah hujan, karena perkolasi air membutuhkan waktu yang lebih lama. Tanah sudah jenuh ketika monsun kedua tiba, sehingga puncak debit Cikapundung tahunan cenderung tercapai pada awal April dan bukan pada akhir November.

Analisis spektral pada data curah hujan dan debit sungai, baik dalam basis harian maupun bulanan, memunculkan sinyal-sinyal utama 372,36 harian (11,91 bulanan - annual), 182,04 harian (6,02 bulanan - semi annual), dan 122,27 harian (4 bulanan), serta sejumlah sinyal berfrekuensi rendah. Tiga sinyal utama pada spektrum curah hujan dan debit sungai merupakan tiga komponen harmonik yang membangun pola musiman pada sistem siklus hidrologi KBU (Gambar-8, Gambar-9). Berdasarkan grafik koherensi (Gambar-10), korelasi satu tahunan antara curah hujan Lembang dan debit sungai di DAS Cikapundung KBU sangat baik, nilainya mendekati satu. Adapun pada korelasi 6 bulanan tampak ada sedikit perbedaan fasa di antara ketiga sungai dan cenderung dipengaruhi oleh faktor jarak. Korelasi curah hujan Lembang yang terbaik adalah dengan debit Cigulung, kemudian debit Cikapundung Maribaya, adapun dengan debit Cikapundung Gandok korelasinya kurang kuat.

KESIMPULAN

Pola musiman debit sungai Cikapundung di wilayah KBU dikendalikan oleh pertukaran musiman sistem monsun, yaitu Monsun Asia dan Monsun Australia. Berdasarkan analisis harmonik dan spektral, pola musiman debit sungai dan curah hujan dikonstruksi oleh tiga siklus utama, yaitu siklus 11,91 (annual), 6,02 (semi annual), dan 4 bulanan. Curah hujan di cekungan drainase Lembang memiliki dua puncak hujan dalam setahun, merupakan determinan utama variasi musiman debit Cikapundung. Adapun faktor kendali geomorfologi DAS dapat tercermin pada komponen residu. Puncak debit terjadi pada bulan April, yaitu setelah tanah jenuh oleh curah hujan Monsun Asia. Siklus enam bulanan debit sungai di wilayah KBU menyatakan dua puncak musim penghujan, yaitu curah hujan Monsun Asia yang berpuncak pada akhir November dan curah hujan Monsun Australia yang berpuncak pada awal April. Puncak musiman debit sungai di DAS Cikapundung KBU terjadi pada masa musim penghujan kedua (Monsun Australia), sedangkan puncak musiman curah hujan di wilayah KBU terjadi pada masa musim penghujan pertama (Monsun Asia). Berdasarkan analisis

koherensi, korelasi terbaik antara curah hujan dan debit sungai terjadi pada siklus annual, kemudian diikuti oleh semi annual.

DAFTAR PUSTAKA

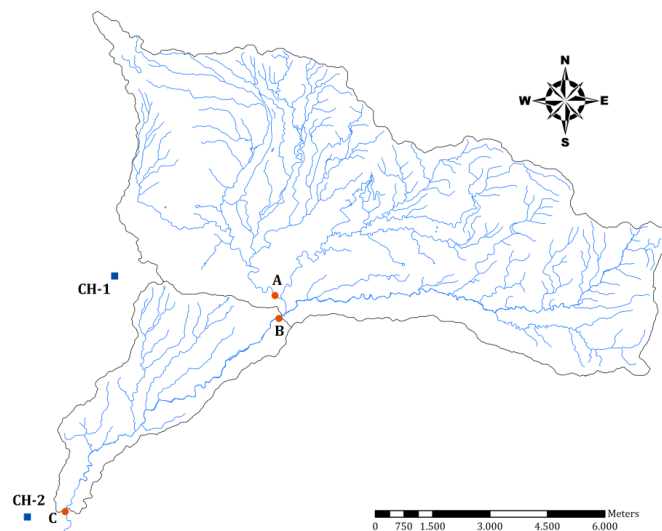
- Asdak, C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Charlton, R. 2008. Fundamentals of Fluvial Geomorphology. New York: Routledge.
- Healy, R.W. 2010. Estimating Groundwater Recharge. Cambridge: Cambridge University Press.
- Malmer, A., 1992. Water-yield changes after clear-felling tropical rainforest and establishment of forest plantation in Sabah, Malaysia. *Journal of Hydrology*, 134, 77-94.
- Puradimaja, D.J. and R.F. Lubis, 2006. Hydrodynamic relationships between

groundwater and river water: Cikapundung river stream, West Java, Indonesia. The Geological Society of London, IAEG-2006 Paper number 488.

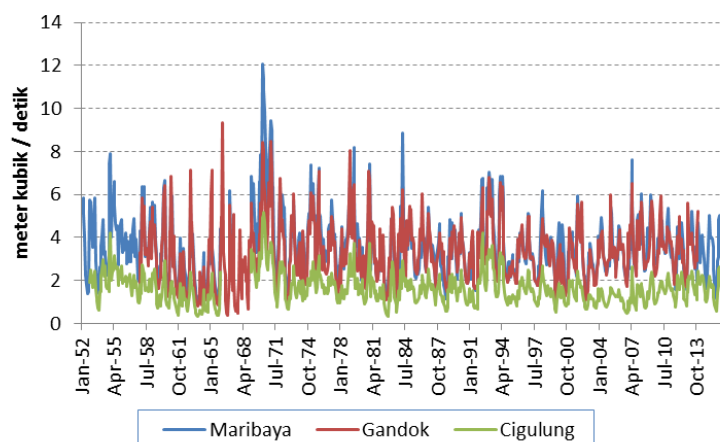
Roberts, J., 2000. The influence of physical and physiological characteristics of vegetation on their hydrological response. *Hydrological Processes*, 14, 2885-2901.

Tanuwijaya, Z.A.J., Hendarmawan, A. Sudradjat, dan W. Kuntjoro 2016. Anomali imbuan pada segmen zona transfer system fluvial Cikapundung, Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contributions*, vol. 14, No. 3, 295-302.

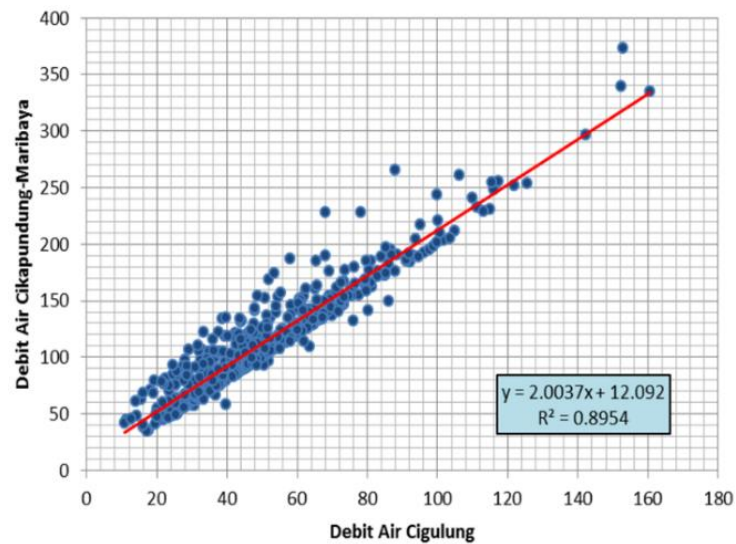
Tanuwijaya, Z.A.J., Hendarmawan, A. Sudradjat, dan W. Kuntjoro, 2017. Anomali imbuan pada hulu zona deposisi sistem fluvial Cikapundung, Jawa Barat. *Bulletin of Scientific Contributions*, vol. 15, No. 1, 87-94.



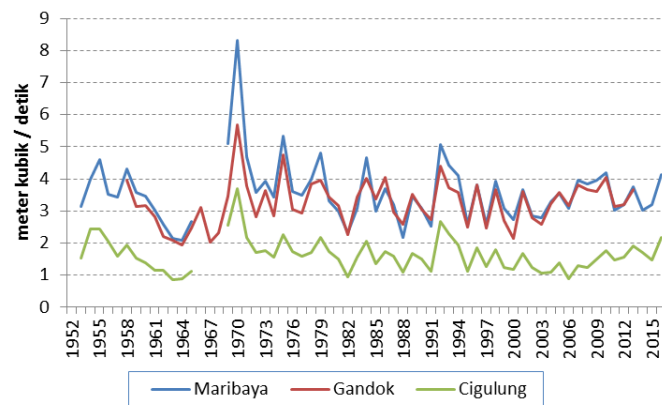
Gambar 1 DAS Cikapundung KBU, didefinisikan oleh outlet Gandok (C).



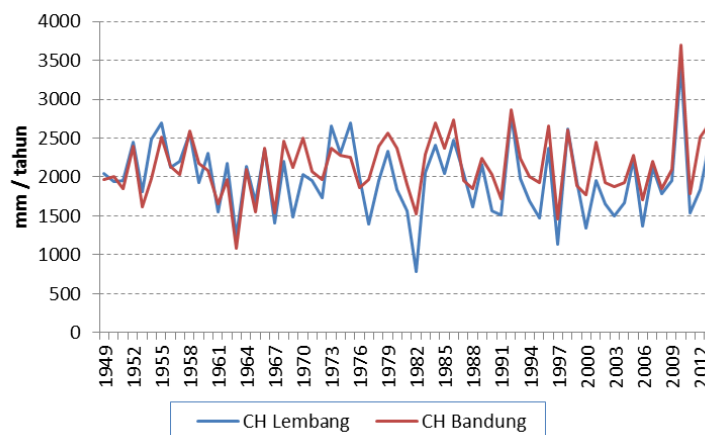
Gambar 2 Debit sungai bulanan di DAS Cikapundung KBU, periode pengamatan 1952-2016.



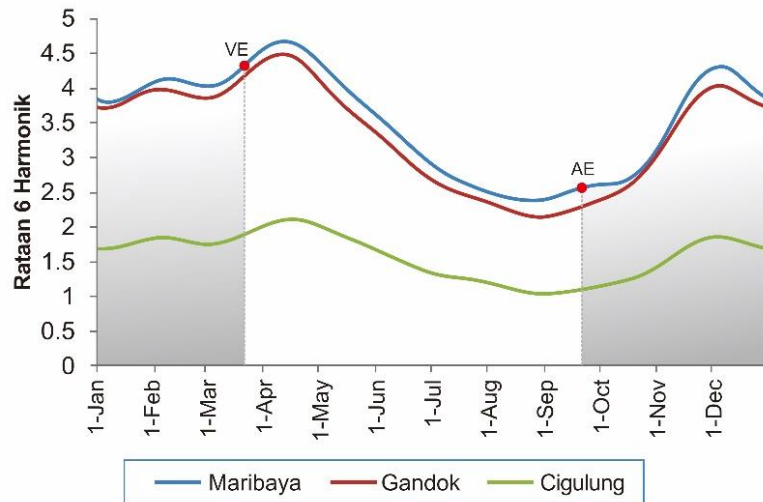
Gambar 3 Regresi linier antara debit sungai Cigulung (A) dan Cikapundung Maribaya (B).



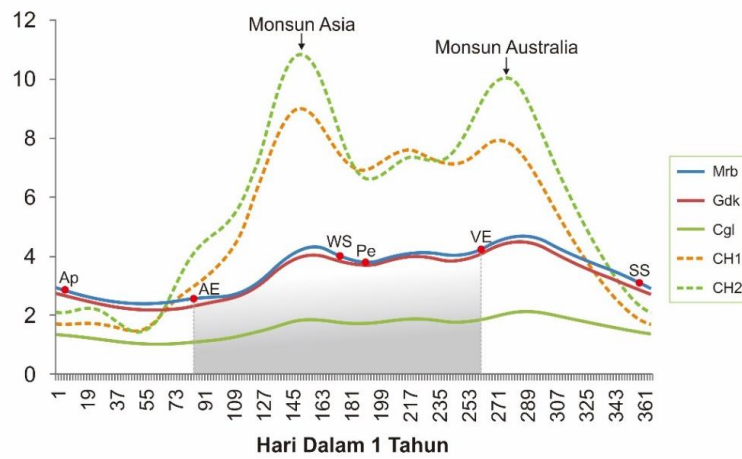
Gambar 4 Debit sungai tahunan di DAS Cikapundung KBU, periode pengamatan 1952-2016.



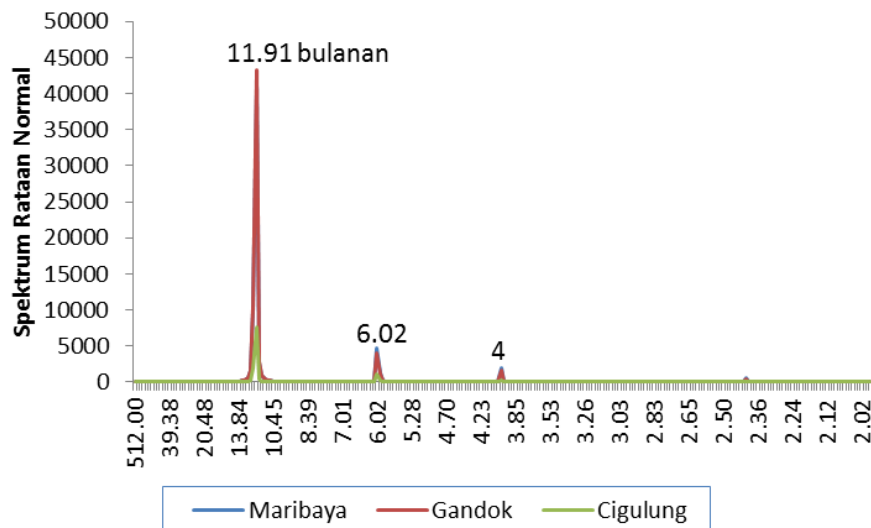
Gambar 5 Pola curah hujan tahunan di stasiun Lembang (biru) dan Bandung (merah), periode pengamatan 1949-2016.



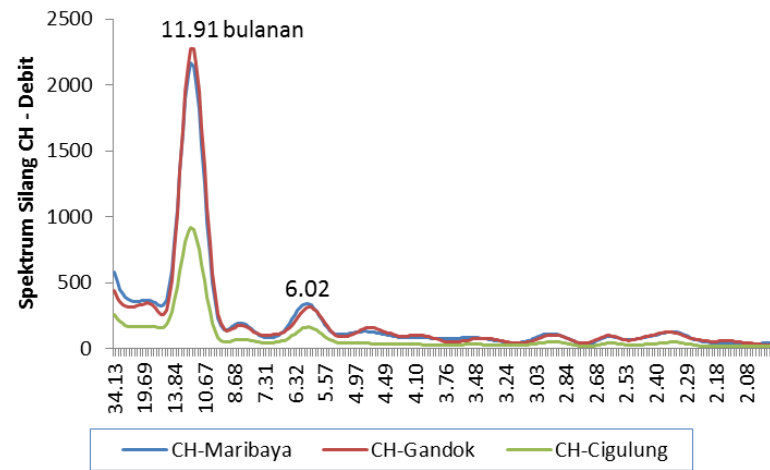
Gambar 6 Rataan normal harian debit Cikapundung KBU. Berdasarkan enam harmonik pertama, periode pengamatan 1971-2016.



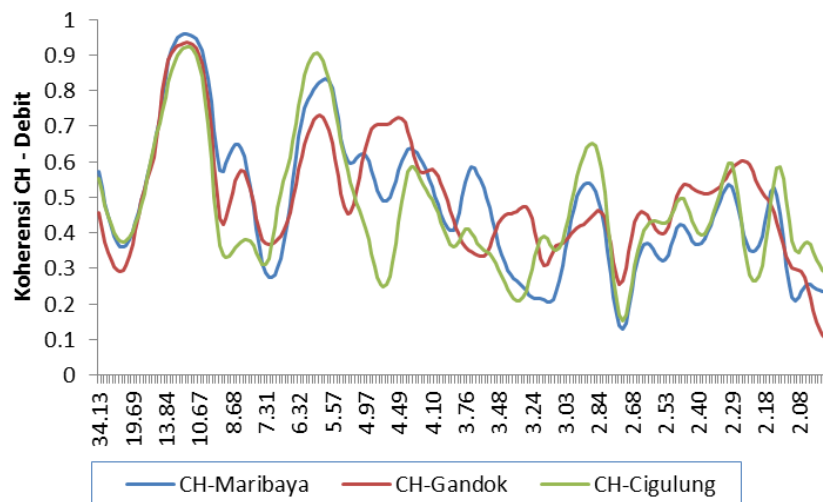
Gambar 7 Rataan normal harian debit Cikapundung dan curah hujan harian di wilayah KBU. Urutan waktu dimodifikasi.



Gambar 8 Spektrum rataaan normal bulanan debit Cikapundung KBU.



Gambar 9 Spektrum silang bulanan antara curah hujan Lembang (CH1) dan debit sungai di DAS Cikapundung KBU.



Gambar 10 Koherensi bulanan antara curah hujan Lembang (CH1) dan debit sungai di DAS Cikapundung KBU.

