

Analisis Indeks Erosivitas Hujan menggunakan Metode Bols dan Utomo (Studi Kasus: Sub DAS Way Pubian, Das Way Seputih, Provinsi Lampung)

Lady Agestia¹⁾
Yuda Romdania²⁾
Ashruri²⁾
Ahmad Herison²⁾

Abstract

Indonesia has a tropical climate which results in high rainfall throughout the year. The high rainfall makes Indonesia prone to erosion. The ability of rainfall to cause erosion is called rainfall erosivity. The study aims to calculate the rainfall erosivity index in the Way Pubian Subwatershed area by comparing the Bols and Utomo methods. The research methods used include; data consistency test, rainfall analysis, and calculation of rainfall erosivity index. Based on several studies on the erosivity index, in the Indonesian region the calculation of the Bols Method erosivity index often gets a higher value than the Utomo Method because the data used for the calculation of the Bols Method requires more data than the Utomo Method which only uses monthly rainfall data. The conclusion is that the Bols Method erosivity index value is 2651.2120 and the Utomo Method is 1008.3435, the Bols Method erosivity index value is higher than the Utomo Method value with an interval of 1642.8685. The use of the Bols equation to calculate the erosivity index value is considered safer to use in estimating the erosion rate.

Keywords: Bols, Rainfall Erosivity, Sub Das Way Pubian, Utomo

Abstrak

Indonesia beriklim tropis yang mengakibatkan tingginya curah hujan sepanjang tahun. Curah hujan yang tinggi, menyebabkan Indonesia rentan terjadi erosi. Kemampuan curah hujan untuk menyebabkan erosi disebut erosivitas curah hujan. Penelitian bertujuan untuk menghitung indeks erosivitas curah hujan pada wilayah Sub DAS Way Pubian dengan membandingkan metode Bols dan Utomo. Metode penelitian yang digunakan meliputi; uji konsistensi data, analisis curah hujan, dan perhitungan indeks erosivitas hujan. Berdasarkan beberapa penelitian mengenai indeks erosivitas, di wilayah Indonesia perhitungan indeks erosivitas Metode Bols sering kali mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibanding Metode Utomo karena data yang digunakan untuk perhitungan Metode Bols membutuhkan data yang lebih banyak dibandingkan Metode Utomo yang hanya menggunakan data curah hujan bulanan. Kesimpulannya adalah didapatkan nilai indeks erosivitas Metode Bols sebesar 2651,2120 dan Metode Utomo sebesar 1008,3435, didapatkan nilai indeks erosivitas Metode Bols lebih tinggi dibanding nilai Metode Utomo dengan interval 1642,8685. Penggunaan persamaan Bols untuk perhitungan nilai indeks erosivitas dinilai lebih aman digunakan dalam pendugaan laju erosi.

Kata kunci: Bols, Erosivitas Hujan, Sub Das Way Pubian, Utomo

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: ladyagestia1@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

1. PENDAHULUAN

Indonesia beriklim tropis yang mengakibatkan tingginya curah hujan sepanjang tahun (Yanidar and Fatimah, 2022). Curah hujan adalah salah satu unsur iklim yang besar perannya terhadap terjadinya longsor dan erosi (Sutedjo and Kartasapoetra, 2002). Hal ini karena air hujan yang jatuh ke tanah akan mengakibatkan pengikisan terhadap tanah yang dilaluinya sehingga menyebabkan terjadinya erosi pada kemiringan lahan tertentu.

Erosi dapat menghancurkan struktur tanah, menyebabkan hilangnya lapisan tanah, mengurangi kesuburan dan produktivitas tanah serta memperburuk sumber daya lahan (Li et al., 2021). Konsekuensi yang paling berdampak dari erosi tanah adalah hilangnya kemampuan tanah untuk menyediakan layanan *landscap* yang penting seperti habitat hewan, tanah yang sehat, air bersih dan udara (Wang et al., 2022). Hal ini menunjukkan bahwa tanah sangat berperan penting bagi kehidupan di atasnya. Erosi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: iklim, tanah, vegetasi, topografi, dan faktor manusia (Petrosillo et al., 2021) (Yadav et al., 2021). Berdasarkan faktor-faktor tersebut, faktor yang paling menentukan laju erosi adalah hujan yang dinyatakan dalam nilai indeks erosivitas hujan (Suripin, 2004).

Erosivitas curah hujan merupakan salah satu parameter kunci yang memengaruhi tingkat erosi tanah (Coughlan et al., 2021; Panagos et al., 2022; Yue et al., 2020). Hal itu menunjukkan kemampuan hujan untuk menyebabkan erosi tanah (Tu et al. 2023). Nilai ini dapat menggambarkan proses erosi untuk mengusulkan tindakan konservasi menggunakan model prediksi erosi (Yue et al., 2020). Pengetahuan mengenai erosivitas curah hujan dibutuhkan sebagai acuan untuk memahami proses erosi, penaksiran tingkat erosi tanah dan mendesain praktik pengendalian erosi. Hal ini perlu metode dalam perhitungannya.

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghitung nilai indeks erosivitas hujan seperti: Lal, Hudson, Lenvain, Bols, Utomo, dan lain-lain. Mungkin penelitian tentang indeks erosivitas sudah sering dilakukan, tetapi penggunaan metode Bols dan Utomo dalam menganalisis indeks erosivitas di daerah Sub DAS Way Pubian belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini dapat bermanfaat sebagai parameter penunjang untuk menghitung besaran erosi.

Tujuan penelitian adalah mendapatkan nilai indeks erosivitas hujan menggunakan metode Bols dan metode Utomo pada Sub DAS Way Pubian. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai informasi tambahan untuk penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Erosi

Erosi didefinisikan sebagai hilangnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain yang diangkut oleh air atau angin (Arsyad, 2010). Dua penyebab utama terjadinya erosi adalah erosi yang disebabkan oleh aktivitas alamiah dan erosi yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

2.1.1. Faktor yang Memengaruhi Erosi

Menurut Azmeri (2020) erosi dapat terjadi disebabkan beberapa faktor yang saling berinteraksi, antara lain: iklim, tanah, topografi, vegetasi, dan manusia.

2.1.2. Proses Terjadinya Erosi

Menurut Triwanto (2012) proses terjadinya erosi akan melalui beberapa fase yaitu fase *Detachment* (pelepasan partikel), *transportation* (pengangkutan), dan *deposition* (pengendapan partikel).

2.2. Uji Konsistensi

Menurut Soewarno (1991) dalam bukunya Hidrologi Operasional Jilid Kesatu, uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengukuran. Data harus dicek terlebih dahulu sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Data yang tercatat tidak konsisten harus dilakukan pengoreksian dengan persamaan 1.

$$Y_z = \frac{tg\ a}{tg\ a_o} \quad (1)$$

Dimana:

Y_z : Data hujan yang diperbaiki, mm

Y : Data hujan hasil pengamatan, mm

$tg\ a$: Kemiringan sebelum ada perubahan

$tg\ a_o$: Kemiringan setelah ada perubahan

2.3. Poligon Thiessen

Poligon *Thiessen* adalah metode grafis yang digunakan dengan cara menentukan stasiun terdekat. Masing-masing pos penakar hujan memiliki wilayah pengaruh masing-masing yang dibentuk dengan cara menggambar garis-bagi tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar hujan (Andawayanti, 2019)

Poligon *Thiessen* dapat dihitung menggunakan rumus (Loebis, 1987);

$$P = \frac{P1.A1 + P2.A2 + P3.A3 + \dots + Pn.An}{A1 + A2 + A3 + \dots + An} \quad (2)$$

Dimana:

$P1$ = Nilai curah hujan harian untuk stasiun pertama.

$A1$ = Luas area poligon *Thiessen* untuk stasiun pertama.

Pn = Nilai curah hujan harian di stasiun ke-n

An = Luas area poligon *Thiessen* di stasiun ke-n.

2.4. Indeks Erosivitas Hujan

Erosivitas curah hujan merupakan salah satu parameter kunci yang memengaruhi tingkat erosi tanah (Johannsen et al., 2022). Indeks erosivitas hujan adalah daya erosi pada suatu wilayah akibat hujan. Indeks erosivitas berhubungan erat dengan energi kinetik yang ditimbulkan oleh butiran air hujan yang menumbuk permukaan tanah (Asdak, 2023). Nilai erosivitas curah hujan dapat menggambarkan kejadian erosi dan memberikan

gambaran untuk mengusulkan tindakan konservasi menggunakan model pendugaaan erosi ((Yue et al., 2020)

2.4.1. Metode Bols

Metode Bols adalah analisis sifat hujan dan pengaruhnya terhadap aliran permukaan dan erosi. Metode Bols ini disarankan untuk digunakan jika diketahui jumlah curah hujan bulanan rata-rata, jumlah hari hujan dalam bulan tertentu dan curah hujan harian rata-rata maksimum pada bulan tertentu. Berikut merupakan persamaan indeks erosivitas hujan menggunakan metode Bols berdasarkan Permenhut No.32, 2009;

$$Rm = 6,119 + (Rain)^{1,21} + (Days)^{-0,474} + (Max P)^{0,526} \quad (3)$$

Dimana:

Rm = Indeks erosivitas rata-rata bulanan.

$Rain$ = Curah hujan rata-rata bulanan (cm)

$Days$ = Jumlah hari hujan rata-rata per bulan (hari)

$Max P$ = Curah hujan maksimum selama 24 jam per bulan (cm)

2.4.2. Metode Utomo

Metode Utomo merupakan metode yang dikembangkan oleh peneliti asal Indonesia (Utomo, 1989). Metode ini disarankan untuk digunakan jika yang tersedia hanya curah hujan bulanannya saja.

$$Rm = 10,80 + 4,15 Y \quad (4)$$

Dimana:

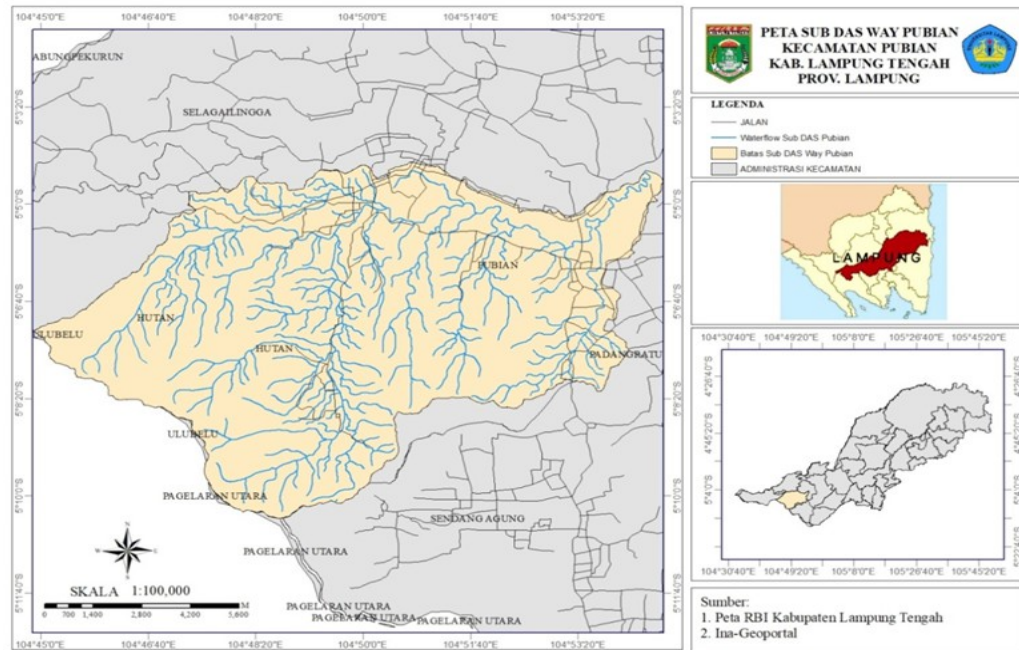
Rm = Indeks erosivitas bulanan

Y = Besarnya curah hujan rata-rata bulanan (cm)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

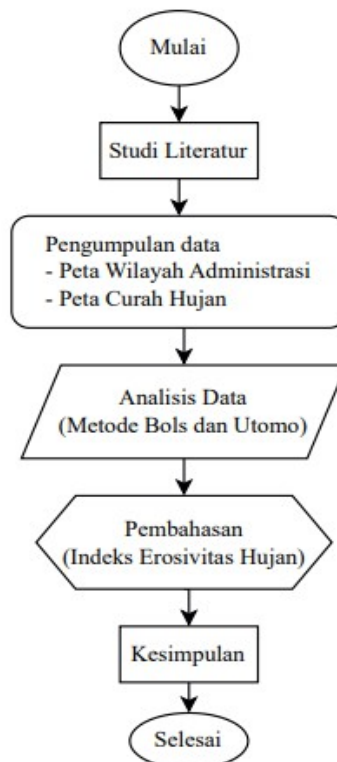
Lokasi penelitian berada di wilayah Sub DAS Way Pubian, DAS Way Seputih, Lampung. Sub DAS ini sebagian besar berada di Desa Pubian, Lampung Tengah. Wilayah penelitian ini terletak lebih kurang 80 km dari Kota Bandar Lampung, dan terletak sekitar 40 km dari Gunung Sugih, Ibukota Kabupaten Lampung Tengah. Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian.

3.2. Diagram Alir

Diagram alir penelitian yang digunakan lihat Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

3.3. Data Penelitian

Data yang digunakan adalah data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir dimulai pada tahun 2013-2022 yang berasal dari 3 stasiun terdekat Sub DAS Way Pubian: PH118 Padang Ratu, R143 Segala Mider, dan R137 Sendang Asri. Data didapatkan dari instansi terkait yaitu Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Curah Hujan

Rekapitulasi besarnya curah hujan harian masing-masing stasiun dalam kurun waktu 10 tahun lihat Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Harian (Tahun 2013-2022)

Stasiun Hujan	Curah Hujan (mm)
R137 Sendang Asri	
R143 Segala Mider	
PH118 Padang Ratu	

4.2. Uji Konsistensi

Hasil uji konsistensi pada penelitian lihat Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5.

Gambar 3. Uji konsistensi curah hujan Stasiun Padang Ratu.

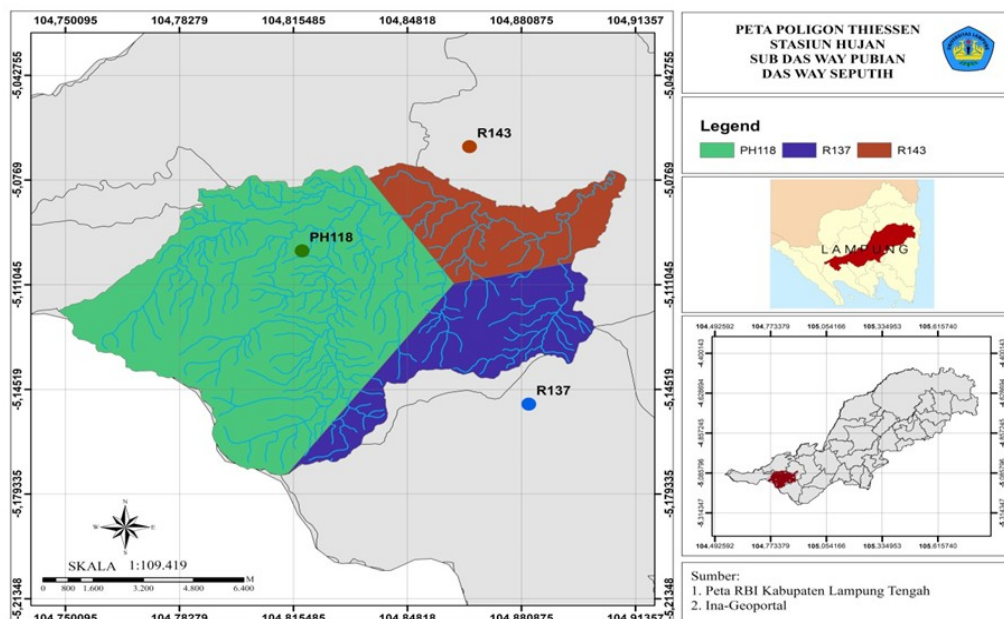
Gambar 4. Uji konsistensi curah hujan Stasiun Segala Mider.

Gambar 5. Uji konsistensi curah hujan Stasiun Sendang Asri.

Berdasarkan hasil pengujian konsistensi curah hujan pada ketiga stasiun menggunakan Kurva Lengkung Massa Ganda (*Double Mass Curve*). kurva yang dihasilkan berbentuk garis lurus (linier) tidak terdapat patahan. Dengan koefisien korelasi (R) yang didapatkan pada ketiga stasiun mendekati nilai 1, sehingga pencatatan curah hujan pada ketiga stasiun tersebut adalah konsisten atau layak digunakan untuk analisis erosivitas.

4.3. *Polygon Thiessen*

Peta luasan pengaruh pada ketiga stasiun hujan di Sub DAS Way Pubian. Gambar 6.



Gambar 6. Peta *Polygon Thiessen* Sub DAS Way Pubian.

Luas pengaruh dan koefisien *Thiessen* masing-masing stasiun tangkapan hujan sub DAS Way Pubian lihat Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Koefisien *Thiessen* Masing-masing Stasiun Hujan

No	Stasiun Hujan	Luas Daerah Tangkapan <i>Catchment Area (ha)</i>	Koefisien <i>Thiessen</i> Bobot (%)
1	PH116 Stasiun Padang Ratu	7567,8426	65,1852
2	R143 Stasiun Segala Mider	1853,6771	15,9666
3	R137 Stasiun Sendang Asri	2188,2332	18,8482
Total Area Stasiun Hujan		11609,7529	100

4.4. Indeks Erosivitas Hujan

Perhitungan indeks erosivitas hujan pada Sub DAS Way Pubian dilakukan pada ketiga stasiun hujan, yaitu: Stasiun Padang Ratu, Stasiun Segala Mider, dan Stasiun Sendang Asri selama periode 10 tahun (2013-2022). Hasil pada ketiga stasiun didapatkan rata-rata indeks erosivitas yang mewakili Sub DAS Way Pubian dengan menggunakan *Polygon Thiessen*.

4.4.1. Metode Bols

Dari persamaan 3, didapatkan nilai indeks erosivitas Metode Bols pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks Erosivitas Hujan dengan Metode Bols Kurun Waktu 10 Tahun

Bulan	Indeks Erosivitas Rata-rata Bulanan Metode Bols Kurun Waktu 10 Tahun (2013-2022)		
	Stasiun Padang Ratu	Stasiun Segala Mider	Stasiun Sendang Asri
Jan	556,9717	447,1355	373,9443
Feb	392,3320	481,2001	292,6468
Mar	290,8888	680,9508	194,6607
Apr	247,3934	699,5557	192,3498
Mei	163,3462	356,8875	135,3175
Jun	73,5109	67,5238	61,2461
Jul	99,1179	67,1848	109,6312
Ags	66,5345	22,0114	34,0482
Sept	135,6575	64,8313	40,5378
Okt	98,0446	165,8390	124,0299
Nov	186,9657	293,2226	184,7235
Des	294,9055	314,8706	210,0009
Rata-rata Tahunan	2605,6688	3661,2131	1953,1367

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan pada ketiga stasiun, indeks erosivitas terendah sama-sama terjadi pada bulan Agustus, namun indeks erosivitas tertinggi tidak berada pada bulan sama pada ketiga stasiun yaitu pada bulan Januari dan April. Dari nilai diatas pula dapat simpulkan nilai indeks erosivitas terbesar terjadi pada Stasiun Segala Mider.

Berdasarkan parameter erosivitas hujan Metode Bols stasiun ini memiliki potensi erosi yang lebih tinggi dibandingkan wilayah cakupan stasiun lain.

4.4.2. Metode Utomo

perhitungan indeks erosivitas hujan menggunakan metode Utomo pada ketiga stasiun disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks Erosivitas Hujan dengan Metode Utomo Kurun Waktu 10 Tahun

Bulan	Indeks Erosivitas Rata-rata Bulanan Metode Utomo Kurun Waktu 10 Tahun (2013-2022)		
	Stasiun Padang Ratu	Stasiun Segala Mider	Stasiun Sendang Asri
Jan	160,0610	171,4458	127,7325
Feb	131,6335	158,0171	110,6944
Mar	121,2585	108,0200	89,3969
Apr	103,9115	140,6271	84,3189
Mei	72,9525	112,8755	62,1856
Jun	44,8570	35,7270	37,7813
Jul	50,2520	32,0750	48,6335
Ags	35,8930	21,0775	24,2419
Sept	54,6095	29,8221	31,4006
Okt	51,0820	50,3765	52,2717
Nov	73,9485	95,4870	79,7481
Des	137,9830	120,6256	98,3828
Rata-rata Tahunan	1038,4420	1076,1764	846,7881

Berdasarkan Tabel 4 Nilai indeks erosivitas Metode Utomo tertinggi terjadi pada bulan Januari, dan indeks erosivitas terendah terjadi bulan Agustus pada ketiga stasiun. Stasiun Segala Mider mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lain. Hal ini mengindikasikan wilayah ini memiliki potensi erosi paling besar pada Sub DAS Way Pubian berdasarkan nilai erosivitas hujan. Nilai ini selaras dengan Metode Bols yang nilai indeks erosi tertinggi terjadi pada Stasiun Segala Mider.

4.4.3. Indeks Erosivitas Hujan Rata-rata

Indeks erosivitas hujan rata-rata merupakan indeks erosivitas keseluruhan pada Sub DAS Way Pubian yang dihitung berdasarkan luas pengaruh dari masing-masing stasiun hujan dengan nilai indeks erosivitas hujan pada ketiga stasiun. Berikut merupakan perhitungan indeks erosivitas rata-rata metode Bols dan metode Utomo pada Sub DAS Way Pubian yang disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

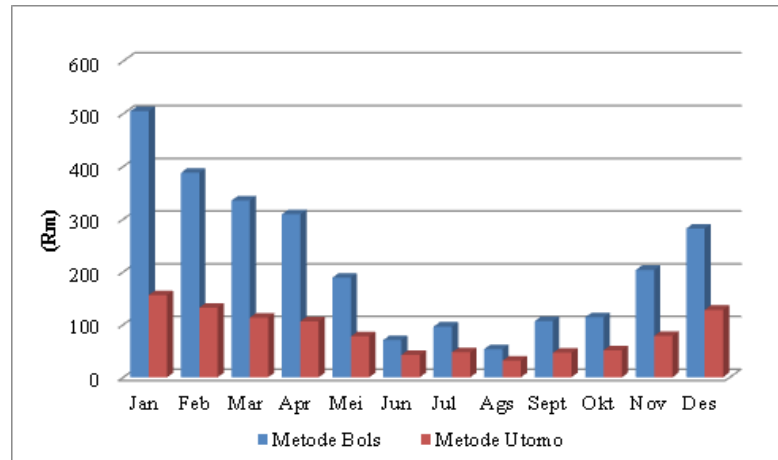
Tabel 5. Indeks Erosivitas Rata-rata Metode Bols Kurun Waktu 10 Tahun

Bulan	
Ke-10	
Indeks erosivitas rata-rata tahunan	
Bulan	

Tabel 6. Indeks Erosivitas Rata-rata Metode Utomo Kurun Waktu 10 Tahun.

Berdasarkan Gambar 7. Nilai indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata pada metode Bols nilainya lebih besar daripada nilai Metode Utomo, perbedaan nilai pada beberapa bulan nilainya hampir 2 kali lipat berbeda.

Grafik batang nilai indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik batang nilai indeks erosivitas hujan bulanan rata-rata.

V. KESIMPULAN

Kesimpulannya adalah Metode Bols dan Utomo menghasilkan nilai indeks erosivitas yang jauh berbeda. Nilai pada Metode Bols cenderung lebih besar dibanding Metode Utomo, hal ini terjadi dikarenakan perbedaan kuantitas data yang perlukan untuk perhitungan. Perhitungan Bols data yang digunakan lebih detail dengan data jumlah hari hujan dan curah hujan maksimum, sehingga perhitungannya jauh lebih akurat untuk mengukur besarnya energi kinetik oleh air hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Menteri Kehutanan No.32, 2009. *Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai*. Jakarta.
- Andawayanti, U., 2019. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terintegrasi*. Universitas Brawijaya Press.
- Arsyad, S., 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: Institute Pertanian Bogor Press.
- Asdak, C., 2023. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press.
- Azmeri, S., 2020. *Erosi, Sedimentasi, dan Pengelolaannya*. Syiah Kuala University Press.
- Coughlan, M., Guerrini, M., Creane, S., O'Shea, M., Ward, S.L., Van Landeghem, K.J.J., Murphy, J., and Doherty, P., 2021. A new seabed mobility index for the Irish Sea: Modelling seabed shear stress and classifying sediment mobilisation to help predict erosion, deposition, and sediment distribution. *Continental Shelf Research*, 229 (August), 104574.
- Johannsen, L.L., Schmaltz, E.M., Mitrovits, O., Klik, A., Smoliner, W., Wang, S., and Strauss, P., 2022. An update of the spatial and temporal variability of rainfall

- erosivity (R-factor) for the main agricultural production zones of Austria. *Catena*, 215 (March), 106305.
- Li, Y., Wang, Z., Zhao, J., Lin, Y., Tang, G., Tao, Z., Gao, Q., and Chen, A., 2021. Characterizing soil losses in China using data of ¹³⁷Cs inventories and erosion plots. *Catena*, 203, 105296.
- Loebis, J., 1987. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Departemen Pekerjaan Umum: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Panagos, P., Borrelli, P., Matthews, F., Liakos, L., Bezak, N., Diodato, N., and Ballabio, C., 2022. Global rainfall erosivity projections for 2050 and 2070. *Journal of Hydrology*, 610 (September 2021), 127865.
- Petrosillo, I., Valente, D., Mulder, C., Li, B.L., Jones, K.B., and Zurlini, G., 2021. The resilient recurrent behavior of mediterranean semi-arid complex adaptive landscapes. *Land*, 10 (3).
- Soewarno, 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai Hidrometri*. Bandung: Nova.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainasi Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset Yogyakarta.
- Sutedjo, M.. and Kartasapoetra, A., 2002. *Pengantar Ilmu Tanah*. Jakarta: Bineka Cipta.
- Triwanto, J., 2012. *Konservasi Lahan Hutan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Malang: UMM Press.
- Tu, A., Zeng, J., Liu, Z., Zheng, H., and Xie, S., 2023. Effect of minimum inter-event time for rainfall event separation on rainfall properties and rainfall erosivity in a humid area of southern China. *Geoderma*, 431 (December 2022), 116332.
- Utomo, W., 1989. *Erosi dan Konservasi Tanah*. Malang: Penerbit Universitas Brawijaya.
- Wang, J., Lu, P., Valente, D., Petrosillo, I., Babu, S., Xu, S., Li, C., Huang, D., and Liu, M., 2022. Analysis of soil erosion characteristics in small watershed of the loess tableland Plateau of China. *Ecological Indicators*, 137 (March), 108765.
- Yadav, G.S., Das, A., Kandpal, B.K., Babu, S., Lal, R., Datta, M., Das, B., Singh, R., Singh, V., Mohapatra, K., and Chakraborty, M., 2021. The food energy water carbon nexus in a maize maize mustard cropping sequence of the Indian Himalayas: An impact of tillage cum live mulching. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 151.
- Yanidar, R. and Fatimah, E., 2022. Analisis Cluster Curah Hujan Tahunan Di Indonesia, 2 (2), 110–124.
- Yue, T., Xie, Y., Yin, S., Yu, B., Miao, C., and Wang, W., 2020. Effect of time resolution of rainfall measurements on the erosivity factor in the USLE in China. *International Soil and Water Conservation Research*, 8 (4), 373–382