

Analisis Curah Hujan Rancangan Menggunakan Metode Haspers Untuk Perencanaan Sistem Drainase di Wilayah Abepura-Waena

Herman Welem Tanje, Kristifani Buya Palamba^{*1}, Ardianto^{*2}, Muhammad Radithya Payung^{*3},
Julianto Prabowo^{*4}

Submit:
27 Juli 2026

^{*1} Dosen Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, hwtanje@ukipaulus.ac.id

^{*2} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, kristifani@gmail.com

^{*3} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, ardianto@gmail.com

^{*4} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, muhradityapayung@gmail.com

^{*5} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, juliantoprabowo@gmail.com

Review:
4 Agustus 2026
Revised:
28 Agustus 2026
Published :
30 September
2026

**Corresponding Author: kristifani@gmail.com*

Abstrak

Wilayah Abepura-Waena memiliki potensi curah hujan yang tinggi sehingga berisiko menimbulkan limpasan permukaan dan genangan apabila sistem drainase yang ada tidak dirancang berdasarkan besaran hujan rencana yang memadai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan besaran curah hujan rancangan pada berbagai periode ulang sebagai dasar perencanaan sistem drainase di wilayah Abepura-Waena menggunakan Metode Haspers. Data yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum tahunan dari Stasiun Abepura-Waena, BMKG Wilayah V Jayapura, selama 10 tahun pengamatan (2001-2010). Analisis dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata dan standar deviasi curah hujan maksimum tahunan, kemudian menerapkan faktor frekuensi Haspers untuk memperoleh curah hujan rancangan pada periode ulang 2,5,10,25,50,100 tahun. Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata curah hujan harian maksimum tahunan sebesar 324,40 mm dengan standar deviasi 178,54 mm. Curah hujan rancangan meningkat secara konsisten seiring bertambahnya periode ulang, yaitu 285,12 mm untuk periode ulang 2 tahun hingga 936,80 mm untuk periode ulang 100 tahun. Besarnya nilai curah hujan rancangan ini memberikan kesimpulan bahwa wilayah Abepura-Waena memiliki intensitas hujan yang tinggi, sehingga hasil perhitungan disarankan untuk digunakan sebagai parameter input dalam perencanaan dimensi saluran drainase guna mereduksi risiko genangan dan banjir musiman.

Kata kunci: Curah Hujan Rancangan, Abepura-Waena, Drainase, Metode Haspers, Periode Ulang

Abstract

The Abepura-Waena area has a high rainfall potential, which poses a risk of surface runoff and inundation if the existing drainage system is not designed based on adequate design rainfall values. This study aims to determine the design rainfall for various return periods as a basis for drainage system planning in the Abepura-Waena area using the Haspers Method. The data used are annual maximum daily rainfall records from the Abepura-Waena Station, BMKG Region V Jayapura, over a 10-year observation period (2001-2010). The analysis was carried out by calculating the mean and standard deviation of the annual maximum rainfall, then applying the Haspers frequency factor to obtain the design rainfall for return periods of 2, 5, 10, 25, 50, and 100 years. The results show a regional average rainfall of 324.40 mm with a standard deviation of 178.54 mm. The design rainfall increases consistently with the length of the return period, from 285.12 mm for the 2-year return period to 936.80 mm for the 100-year return period. The magnitude of the design rainfall indicates that the Abepura-Waena area has high rainfall intensity, so the calculation results are recommended for use as an input parameter in designing drainage channel dimensions to reduce the risk of seasonal inundation and flooding.

Keywords: *Design Rainfall, Abepura-Waena, Drainage, Haspers Method, Return Period*

PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perkotaan sering kali diikuti oleh peruntukan fungsi lahan dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun. Perubahan ini mengurangi kemampuan menyerap air hujan, sehingga sebagian besar air hujan akan berubah menjadi aliran permukaan. Akibatnya, kebutuhan akan sistem drainase yang memadai menjadi semakin mendesak untuk mencegah terjadinya genangan dan banjir yang dapat mengganggu kegiatan masyarakat serta merusak fasilitas umum.

Salah satu syarat utama dalam menyusun perencanaan sistem drainase yang andal adalah tersedianya data hidrologi yang tepat, terutama nilai curah hujan rancangan untuk periode ulang tertentu. Besaran ini menjadi dasar untuk menentukan ukuran saluran dan bangunan air lainnya agar mampu menampung serta mengalirkan aliran air secara aman. Wilayah Abepura–Waena merupakan kawasan yang memiliki intensitas hujan cukup tinggi sepanjang tahun. Dengan kondisi tersebut, risiko terjadinya limpasan permukaan dan genangan akan semakin besar jika perencanaan drainase tidak didasarkan pada nilai hujan rancangan yang sesuai dengan kondisi setempat.

Untuk mendapatkan nilai curah hujan rancangan yang akurat, diperlukan metode analisis yang cocok dengan karakteristik data hujan di wilayah tersebut. Dalam penelitian ini digunakan Metode Haspers. Metode ini dipilih karena terbukti mampu menggambarkan pola sebaran nilai hujan ekstrem harian di wilayah Indonesia, serta memiliki kelebihan dalam melakukan koreksi terhadap nilai hujan harian maksimum sehingga hasil perhitungannya lebih mendekati keadaan sebenarnya. Data yang dijadikan acuan adalah data curah hujan harian yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Wilayah V Jayapura untuk Stasiun Abepura–Waena. Data yang digunakan mencakup rentang waktu selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2001 hingga 2010, yang dianggap cukup mewakili variasi kejadian hujan di lokasi penelitian.

Hasil analisis ini nantinya diharapkan dapat menjadi dasar perhitungan yang valid dalam penyusunan rencana sistem drainase di wilayah Abepura–Waena, sehingga sistem yang dirancang dapat berfungsi secara optimal dan mampu menurunkan risiko terjadinya genangan di masa mendatang. Ada beberapa penelitian mengenai Curah Hujan dan Analisis Banjir di Berbagai Daerah yaitu, [1] Perubahan hubungan curah hujan dan limpasan (*rainfall-runoff*) secara spasial dan temporal pada daerah semi-

kering untuk memahami pengaruh perubahan iklim dan kondisi hidrologi. [2] Perubahan debit limpasan dengan memisahkan pengaruh perubahan iklim dan aktivitas manusia menggunakan pendekatan Budyko yang telah dimodifikasi. [3] Pemodelan hubungan curah hujan dan limpasan menggunakan metode *machine learning* untuk meningkatkan akurasi prediksi debit. [4] Perencanaan sistem drainase sebagai upaya mengurangi potensi banjir melalui analisis kapasitas saluran drainase. [5] Optimasi sistem irigasi dan drainase pada lahan pertanian dengan mempertimbangkan proses hidrologi dan pengaruh muka air tanah dangkal. [6] Perbandingan metode *Mean Annual Flood* (MAF), Rasional, Der Weduwen, dan Haspers dalam menentukan debit banjir rencana pada suatu daerah aliran sungai. [7] Evaluasi kinerja sistem drainase untuk mengetahui kemampuan saluran dalam mengalirkan debit limpasan, [8] Pengaruh muka air tanah dangkal terhadap kinerja hidrologi perkerasan berpori serta alternatif desain untuk meningkatkan efektivitas drainase. [9] Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Haspers dan Weduwen sebagai dasar evaluasi kapasitas sungai. [10] Perbandingan debit hasil pengukuran lapangan dengan debit hasil perhitungan menggunakan metode Haspers pada suatu sungai. [11] Analisis debit banjir rencana pada DAS Babak menggunakan metode Haspers untuk memperoleh debit rencana pada berbagai kala ulang [12] Perbandingan hasil perhitungan debit banjir menggunakan metode Rasional dan metode Haspers pada DAS Majene. [13] Analisis debit banjir rencana menggunakan metode Haspers dan Gamma I pada DAS Jangkok untuk membandingkan hasil kedua metode. [14] Analisis debit banjir rencana pada DAS Sungai Tangka menggunakan metode hidrologi sebagai dasar perencanaan pengendalian banjir. [15] Pengaruh kelembapan tanah terhadap pemodelan hubungan curah hujan dan limpasan di kawasan perkotaan untuk meningkatkan ketelitian prediksi debit.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data curah hujan harian maksimum tahunan Stasiun Abepura–Waena selama periode 2001–2010 yang diperoleh dari BMKG Wilayah V Jayapura. Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: (1) mengidentifikasi nilai curah hujan harian maksimum pada setiap tahun pengamatan; (2) menghitung parameter statistik data yang meliputi nilai rata-rata ($\bar{X}$) dan standar deviasi (S) dari curah hujan harian maksimum tahunan; (3) menentukan faktor frekuensi (u) sesuai Metode Haspers berdasarkan kala ulang yang direncanakan; dan (4) menghitung curah hujan rancangan (XT) menggunakan persamaan Metode Haspers untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, hingga 1000 tahun. Hasil perhitungan curah hujan rancangan selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi untuk perencanaan sistem drainase.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Rumus-Rumus yang di gunakan untuk perhitungan Metode haspers :

$$\text{Rumus untuk dapatkan nilai rata-rata curah hujan wilayah } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (1)$$

$$\text{Rumus statistik standar deviasi yang diterapkan adalah: } S = \frac{1}{2} \left(\frac{x_1 - \bar{x}}{u_1} + \frac{x_2 - \bar{x}}{u_2} \right) \quad (2)$$

$$\text{Rumus digunakan untuk memperoleh besaran nilai curah hujan rencana pada periode ulang T tahun adalah } X_T = \bar{X} + S \times (u) \quad (3)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Curah Hujan Rancangan

Analisis curah hujan rancangan dilakukan untuk memperoleh besarnya curah hujan harian maksimum yang digunakan sebagai dasar dalam perencanaan hidrologi. Pada penelitian ini, perhitungan curah hujan rancangan dilakukan menggunakan Metode Haspers berdasarkan data curah hujan harian maksimum tahunan Stasiun Abepura–Waena periode 2001–2010. Hasil perhitungan menunjukkan besarnya curah hujan rancangan untuk setiap kala ulang yang selanjutnya digunakan sebagai parameter dalam perencanaan sistem drainase. Data acuan yang digunakan adalah data curah hujan harian dari BMKG Wilayah V Jayapura untuk Stasiun Abepura-Waena dengan panjang data selama 10 tahun, yaitu dari tahun 2001 sampai dengan tahun 2010.

B. Penentuan Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahap awal analisis dilakukan dengan menyusun data curah hujan harian maksimum tahunan berdasarkan hasil pengamatan di Stasiun Abepura–Waena selama periode 2001–2010. Untuk setiap tahun pengamatan dipilih satu nilai curah hujan harian tertinggi yang selanjutnya digunakan sebagai data dasar dalam perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode Haspers. Hasil penyusunan data curah hujan harian maksimum tahunan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Abepura-Waena (2001–2010)

No	Tahun	Xi (mm)
1	2006	552.0
2	2009	462.0
3	2010	363.0
4	2007	359.0
5	2008	339.0
6	2005	321.0
7	2001	280.0
8	2003	223.0
9	2004	194.0
10	2002	151.0
Σ		3244.0
Rata²($\bar{X}$)		324.4

Berdasarkan Tabel 1, total jumlah curah hujan maksimum selama 10 tahun pengamatan adalah sebesar 3244 mm sehingga didapatkan nilai rata-rata curah hujan wilayah ($\bar{X}$) sebesar:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{3244}{10} = 324.40 \text{ mm}$$

Dari pengurutan data dari yang terbesar ke terkecil, ditentukan pula parameter nilai ekstrem terbesar pertama (X_1) dan terbesar kedua (X_2) untuk kontrol parameter Haspers:

(X_1) (Nilai terbesar ke-1) = **552 mm** (terjadi pada tahun 2006)

(X_2) (Nilai terbesar ke-2) = **462 mm** (terjadi pada tahun 2009)

C. Perhitungan Standar Deviasi

Standar deviasi (S) digunakan untuk melihat seberapa besar persebaran atau variasi data curah hujan maksimum terhadap nilai rata-ratanya.

Proses perhitungan deviasi kuadrat tiap data tahunan dijabarkan secara rinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Pembantu Perhitungan Standar Deviasi (S) dengan $\bar{X} = 324,40 \text{ mm}$

No	Tahun	$X_i \text{ (mm)}$
1	2006	552.0
2	2009	462.0
3	2010	363.0
4	2007	359.0
5	2008	339.0
6	2005	321.0
7	2001	280.0
8	2003	223.0
9	2004	194.0
10	2002	151.0
Σ		3244.0
Rata ² ($\bar{X}$)		

m	X	T	u
1	552.0	11	1.35
2	462.0	5.5	0.73

X_1	X_2	X_a	U_1	U_2	S
552.0	462.0	324.4	1.35	0.73	178.54

Melalui substitusi jumlah kuadrat deviasi ke dalam rumus standar deviasi, diperoleh nilai simpangan baku:

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{552,0 - 324,4}{1,35} + \frac{426,0 - 324,4}{0,73} \right)$$

$$S = \frac{1}{2} \left(\frac{227,6}{1,35} + \frac{137,6}{0,73} \right) = \frac{1}{2} (168,59 + 188,49) = 178,54 \text{ mm}$$

D. Penerapan Rumus Curah Hujan Rancangan (X_T)Haspers

Di mana nilai u merupakan faktor frekuensi Haspers yang nilainya konstan sesuai ketentuan tabel hubungan periode ulang distribusi teoretis ekstrem. Menggunakan nilai variabel tetap $\bar{X} = 324.40$ dan $S = 178,54$ jalannya perhitungan masing-masing kala ulang dipaparkan sebagai berikut:

Periode Ulang 2 Tahun $u = -0.22$ $X_2 = 324.40 + (-0.22 \times 178,54) = 324.40 - 26.74 = 285.12$ mm

Periode Ulang 5 Tahun $u = 0.53$, $X_5 = 324.40 + (0.66 \times 178,54) = 324.40 + 64.42 = 442.24$ mm

Periode Ulang 10 Tahun $u = 1.05$ $X_{10} = 324.40 + (1.26 \times 178,54) = 324.40 + 127.63 = 549.36$ mm

Periode Ulang 25 Tahun $u = 1.76$ $X_{25} = 324.40 + (2.1 \times 178,54) = 324.40 + 213.93 = 699.34$ mm

Periode Ulang 50 Tahun $u = 2.34$ $X_{50} = 324.40 + (2.75 \times 178,54) = 324.40 + 284.43 = 815.39$ mm

Periode Ulang 100 Tahun $u = 2.98$ $X_{100} = 324.40 + (3.43 \times 178,54) = 324.40 + 362.22 = 936.80$ mm

E. Rekapitulasi Hasil dan Pembahasan Nilai Rencana

Seluruh hasil perhitungan analisis probabilitas curah hujan rencana Metode Haspers untuk wilayah tinjauan Stasiun Abepura-Waena dirangkum ke dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Curah Hujan Rancangan Metode Haspers

T (tahun)	u (Tabel C.7)			
2	-0.22			
5	0.66			
10	1.26			
25	2.1			
50	2.75			
100	3.43			

T (tahun)	u (Tabel C.7)	$Xa(\bar{X})$	s	x_T
2	-0,22	324,4	178,54	285,12
5	0,66	324,4	178,54	442,24
10	1,26	324,4	178,54	549,36
25	2,1	324,4	178,54	699,34
50	2,75	324,4	178,54	815,39
100	3,43	324,4	178,54	936,80

Berdasarkan hasil perhitungan data pada Tabel 3, didapatkan nilai curah hujan rancangan untuk setiap tahun yang berbeda. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam menentukan hujan rencana sesuai tingkat perancangan sistem drainase yang direncanakan. Pemilihan kala ulang bergantung pada fungsi dan tingkat risikonya pada bangunan drainase, sehingga semakin besar kala nilai curah hujan yang di dapat, maka semakin besar pula curah hujan rancangan yang diperoleh.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun (2001–2010) di Stasiun Abepura-Waena diperoleh nilai rata-rata curah hujan wilayah sebesar 324,40 mm dengan nilai standar deviasi sebesar 178,54 mm. Nilai curah hujan rancangan terkecil menurut Metode Haspers diperoleh

pada kala ulang 2 tahun sebesar 285,12 mm, sedangkan nilai curah hujan rancangan tertinggi diperoleh pada kala ulang 100 tahun sebesar 936,80 mm. Kenaikan nilai curah hujan rancangan menunjukkan hubungan yang berbanding lurus dengan bertambahnya kala ulang, sehingga semakin besar periode ulang yang digunakan maka semakin besar pula curah hujan rancangannya. Besarnya nilai curah hujan rancangan tersebut mengindikasikan bahwa wilayah Abepura-Waena memiliki potensi intensitas hujan yang tinggi, sehingga hasil perhitungan ini layak dijadikan parameter dalam perencanaan dimensi dan kapasitas saluran drainase guna mengurangi risiko genangan dan banjir musiman di kawasan tersebut. Untuk penelitian selanjutnya, analisis curah hujan rancangan disarankan tidak hanya menggunakan metode Haspers, tetapi juga dilakukan analisis pembandingan dengan metode lain agar dapat diketahui tingkat ketelitian, kesesuaian, dan keandalan masing-masing metode terhadap karakteristik hidrologi di wilayah penelitian. Beberapa metode yang dapat digunakan antara lain metode Gumbel, Log Pearson Tipe III, Log Normal, Normal, serta Distribusi Pearson Tipe III. Selain itu, penelitian selanjutnya juga disarankan menggunakan data curah hujan dengan periode pengamatan yang lebih panjang agar hasil analisis frekuensi menjadi lebih representatif dan memberikan tingkat keandalan yang lebih tinggi dalam perencanaan sistem drainase.

REFERENSI

- [1] S. K. Aryal, R. P. Silberstein, G. Fu, G. Hodgson, S. P. Charles, dan D. McFarlane, "Understanding Spatio-Temporal Rainfall-runoff Changes in a Semi-arid Region.," *Hydrological Processes*, hlm. hyp.13744, Mar 2020, doi: 10.1002/hyp.13744.
- [2] H. Yang, L. Xiong, B. Xiong, Q. Zhang, dan C.-Y. Xu, "Separating Runoff Change by The Improved Budyko Complementary Relationship Considering Effects of Both Climate Change and Human Activities on Basin Characteristics," *Journal of Hydrology*, vol. 591, hlm. 125330, Des 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125330.
- [3] Y. Tikhamarin., "Rainfall-runoff Modelling Using Improved Machine Learning Methods: Harris hawks Optimizer vs. Particle Swarm Optimization," *Journal of Hydrology*, vol. 589, hlm. 125133, Okt 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125133.
- [4] P. Sakti, "Perencanaan Drainase Sebagai Upaya Penanggulangan Analisis Banjir di Desa Analahumbuti Kecamatan Anggotoo Kabupaten Konawe," *SIBATIK*, vol. 1, no. 7, hlm. 1263–1270, Jun 2022, doi: 10.54443/sibatik.v1i7.151.
- [5] X. Li, C. Zhang, dan Z. Huo, "Optimizing Irrigation and Drainage by Considering Agricultural Hydrological Process in Arid Farmland with Shallow Groundwater," *Journal of Hydrology*, vol. 585, hlm. 124785, Jun 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.124785.
- [6] Y. Carolina, E. Suryadi, dan D. R. Kendarto, "Kajian Penggunaan Metode Mean Annual Flood (MAF), Rasional, Der Weduwen Dan Haspers Untuk Menentukan Debit Banjir Pada Sub Das Cikeruh," *at*, vol. 15, no. 1, hlm. 44–56, Apr 2022, doi: 10.20956/at.v15i1.506.
- [7] D. M. Ade Putri dan E. Prawati, "Evaluasi Sistem Drainase," *jumatasi*, vol. 4, no. 1, hlm. 262–265, Jun 2023, doi: 10.24127/jumatasi.v4i1.4018.
- [8] K. Zhang dan T. F. M. Chui, "Design Measures to Mitigate The Impact of Shallow Groundwater on Hydrologic Performance of Permeable Pavements," *Hydrological Processes*, vol. 34, no. 25, hlm. 5146–5166, Des 2020, doi: 10.1002/hyp.13935.
- [9] D. I. Yuliasuti, Safira, S.M, Anna, R, Apriliani, R.A, Kuncaravita, S.A, dan Vansyah, M.D, "Analisis Perhitungan Debit Banjir Rencana Menggunakan Metode Haspers dan Weduwen di DAS Kemuning (Sampang, Madura)," *JTS*, vol. 10, no. 1, hlm. 1319–1325, Mei 2025, doi: 10.30651/ag.v10i1.26275.
- [10] N. R. Al-Ambari, N. Amal, dan N. Helda, "Analisis Kapasitas Sungai Balangan-Perbandingan Debit Terukur dengan Metode Haspers," *bpi*, vol. 6, no. 3, hlm. 64–71, Jul 2023, doi: 10.20527/bpi.v6i3.201.

- [11] I. G. A. Wicaksana, M. Yamin, A. Aminullah, dan B. W. Dharma S., “Analisis Debit Rancangan Menggunakan Metode Haspers pada DAS Babak Kabupaten Lombok Tengah: Design Discharge Analysis Using The Haspers Method In The Babak District Of Central Lombok District,” *Al-Aqlu: Jurnal Matematika, Teknik dan Sains*, vol. 3, no. 1, hlm. 98–104, Jan 2025, doi: 10.59896/aqlu.v3i1.131.
- [12] M. Fadli, “Analisis Debit Banjir Menggunakan Metode Rasional dan Metode Haspers di DAS Majene Kabupaten Majene,” *jutsi*, vol. 1, no. 1, hlm. 78–86, Jun 2025, doi: 10.31605/jutsi.v1i1.5105.
- [13] M. Yamin, Agus Winardi, dan Wiriyanti Isnasari, “Analisis Debit Banjir menggunakan Metode Haspers dan Gamma I Pada Daerah Aliran Sungai Jangkok Kabupaten Lombok Barat,” *SainsTech Innovation j.*, vol. 7, no. 2, hlm. 484–488, Jun 2025, doi: 10.37824/sij.v7i2.2024.757.
- [14] Z. Arsyad, R. Mahmud, A. Agusalim, dan M. S. S. Kuba, “Analisa Debit Rancangan pada Das Sungai Tangka Kabupaten Sinjai,” *JUMPTech*, vol. 2, no. 2, Jun 2023, doi: 10.26618/jumpstech.v2i2.12642.
- [15] J. Fidal dan T. R. Kjeldsen, “Accounting for Soil Moisture in Rainfall-runoff Modelling of Urban Areas,” *Journal of Hydrology*, vol. 589, hlm. 125122, Okt 2020, doi: 10.1016/j.jhydrol.2020.125122.