



Model intensitas hujan akibat pemanasan global pada DAS Cidanau Kabupaten Serang Provinsi Banten

Mochamad Azwar Anas^{1✉}, Hanafi Aswad¹, Mas'ud Sar¹
 Fakultas Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia, Makassar⁽¹⁾
 DOI: 10.31004/jutin.v8i1.42063

✉ Corresponding author:
[\[mochamad.zwanas@gmail.com\]](mailto:mochamad.zwanas@gmail.com)

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> <i>Intensitas;</i> <i>Parameter Iklim;</i> <i>Pola Iklim;</i> <i>Hujan</i></p>	<p>Curah hujan ekstrem yang lebih sering terjadi dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor di beberapa wilayah Banten, terutama di daerah pegunungan dan perbukitan, Peningkatan suhu udara di Banten cenderung meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas pertanian dan meningkatkan risiko kebakaran hutan dan lahan. Pola curah hujan yang tidak menentu dapat mempengaruhi sektor pertanian dan ketersediaan air bersih di Banten, untuk mengatasi dampak perubahan iklim ini, Pemerintah Provinsi Banten telah mengambil beberapa langkah mitigasi dan adaptasi, seperti perbaikan infrastruktur pengendali banjir, penanaman mangrove di wilayah pesisir, dan penerapan praktik pertanian yang lebih tahan terhadap perubahan iklim. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menentukan model intensitas dan pengaruh variabel iklim terhadap intensitas hujan akibat pemanasan global pada DAS Cidanau Kabupaten Serang Provinsi Banten. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah analisis frekuensi, probabilitas, uji kecocokan serta analisis intensitas hujan berdasarkan simulasi iklim. Hasi dari penelitian ini didapatkan model intensitas parameter iklim yang paling berpengaruh terhadap intensitas hujan untuk simulasi 1 variabel adalah kelembaban udara (Rh) dengan persamaan $I (RH) = 166,10 X^{-0,666}$, untuk simulasi 2 variabel adalah kecepatan angin dan kelembaban udara (W-RH) dengan persamaan $I (W-RH) = 177,84 X^{-0,666}$ dan yang paling tinggi pengaruhnya yaitu simulasi 3 variabel temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara (T-W-RH) secara simultan dengan persamaan $I (T-W-RH) = 190,70 X^{-0,666}$.</p>
<p><i>Keywords:</i> <i>Intensity;</i> <i>Climate Parameters;</i> <i>Climate Patterns;</i> <i>Rainfall</i></p>	<p>Abstract</p> <p>More frequent extreme rainfall can cause floods and landslides in some areas of Banten, especially in mountainous and hilly areas, The increase in air temperature in Banten tends to increase in recent decades. This can affect agricultural productivity and increase the risk of forest and land fires. Uncertain rainfall patterns can affect the agricultural sector and the availability of clean water in Banten, to overcome the impact of climate change, the Banten Provincial Government has taken several mitigation and adaptation measures, such as improving flood control infrastructure, planting mangroves in coastal areas, and implementing agricultural practices that are more resilient to climate change. The purpose of this study is to determine the model of the intensity and influence of climate variables on the intensity of rainfall due to global warming in the Cidanau watershed, Serang Regency, Banten Province. The methods used in this study</p>

are frequency analysis, probability, compatibility test and rain intensity analysis based on climate simulation. The results of this study obtained a model of the intensity of climate parameters that have the most influence on the intensity of rain for the simulation of 1 variable is air humidity (Rh) with the equation $I (RH) = 166,10 X - 0,666$, For the simulation, 2 variables are wind speed and air humidity (W-RH) with the equation $I (W-RH) = 177,84 X - 0,666$ and the highest influence is the simulation of 3 variables of temperature, wind speed, and air humidity (T-W-RH) simultaneously with the equation $I (T-W-RH) = 190,70 X - 0,666$.

1. INTRODUCTION

Pemanasan global telah menyebabkan perubahan iklim yang signifikan di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Indonesia sebagai negara kepulauan tropis, menjadi salah satu wilayah yang paling rentan terhadap dampak perubahan iklim. Beberapa dampak utama yang dirasakan di Indonesia antara lain: 1. Kenaikan suhu dan perubahan pola curah hujan. Suhu rata-rata di Indonesia telah meningkat sekitar $0,3^{\circ}\text{C}$ sejak tahun 1960. Selain itu, pola curah hujan juga berubah, dengan musim kemarau yang lebih panjang dan musim hujan yang lebih singkat dan lebih ekstrem (IPCC, 2014). 2. Kenaikan permukaan air laut. Kenaikan permukaan air laut yang disebabkan oleh mencairnya es di kutub bumi mengancam wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil di Indonesia. Diperkirakan kenaikan permukaan laut dapat mencapai 1-meter pada akhir abad ke-21 (BMKG, 2020). 3. Peningkatan frekuensi dan intensitas bencana alam. Perubahan iklim meningkatkan risiko bencana alam seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, dan gelombang panas. Indonesia telah mengalami bencana alam yang lebih sering dan lebih parah dalam beberapa tahun terakhir (BNPB, 2021). 4. Dampak terhadap sektor pertanian dan keamanan pangan. Perubahan iklim berdampak pada produktivitas pertanian, yang dapat mengancam ketahanan pangan di Indonesia. Kekeringan dan banjir yang lebih sering terjadi dapat menurunkan hasil panen dan meningkatkan risiko kelaparan (FAO, 2018).

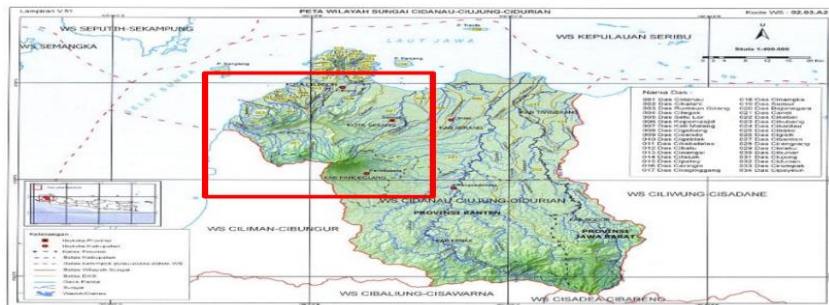
Provinsi Banten terletak di bagian barat Pulau Jawa, Indonesia. Wilayah ini memiliki garis pantai yang panjang dan sebagian besar wilayahnya berupa dataran rendah. Kondisi geografis ini menjadikan Banten rentan terhadap dampak perubahan iklim akibat pemanasan global. Beberapa dampak perubahan iklim yang telah terjadi di Banten antara lain: 1. Kenaikan muka air laut. Kenaikan permukaan air laut mengancam wilayah pesisir Banten, seperti Kabupaten Serang dan Kota Cilegon. Wilayah ini berpotensi mengalami banjir rob dan abrasi pantai yang semakin parah (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, 2020). 2. Peningkatan curah hujan ekstrem. Curah hujan ekstrem yang lebih sering terjadi dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor di beberapa wilayah Banten, terutama di daerah pegunungan dan perbukitan (Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Banten, 2019). 3. Peningkatan suhu udara. Suhu udara di Banten cenderung meningkat dalam beberapa dekade terakhir. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas pertanian dan meningkatkan risiko kebakaran hutan dan lahan (Badan Pusat Statistik Provinsi Banten, 2021). 4. Perubahan pola curah hujan. Pola curah hujan yang tidak menentu dapat mempengaruhi sektor pertanian dan ketersediaan air bersih di Banten (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Banten, 2020). Untuk mengatasi dampak perubahan iklim ini, Pemerintah Provinsi Banten telah mengambil beberapa langkah mitigasi dan adaptasi, seperti perbaikan infrastruktur pengendali banjir, penanaman mangrove di wilayah pesisir, dan penerapan praktik pertanian yang lebih tahan terhadap perubahan iklim. Kelanjutan dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Chaerul Umam ZL, yang telah mendapatkan pola hujan akibat pengaruh perubahan iklim, perlu dilakukan pengembangan selanjutnya yaitu menentukan model intensitas hujan akibat parameter iklim. Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis mengangkat judul untuk Tesis tentang Model Intensitas Hujan Akibat Pemanasan Global Pada Das Cidanau Kabupaten Serang Provinsi Banten. Penelitian ini akan memberikan informasi dampak perubahan iklim terhadap intensitas hujan pada skala lokal, khususnya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cidanau, dan juga dapat dijadikan sebagai bahan kajian pada skala regional (provinsi), serta sebagai dasar perumusan strategi mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim yang terjadi untuk daerah tropis.

2. METHODS

Cidanau dengan luas 22.620 hektare merupakan daerah aliran sungai (DAS) yang memiliki andil penting dalam mendukung kontinuitas pembangunan di Provinsi Banten, khususnya di wilayah Serang Barat dan Kota Cilegon. Selain memiliki sumber daya air yang sangat potensial, DAS Cidanau memiliki situs konservasi yang endemik, yaitu Rawa Danau – kawasan rawa seluas 2.500 hektare dan ditetapkan sebagai cagar alam oleh Pemerintah Kolonial Belanda pada 16 November 1921. Kemudian Keputusan Presiden (Keppres) Nomor 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung, Peraturan Daerah (Perda) Provinsi Jawa Barat Nomor 2 Tahun 1996 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung, dan Perda Kabupaten Serang Nomor 2 Tahun 1994 tentang Pola Dasar Kabupaten Serang yang menetapkan Rawa Danau sebagai kawasan cagar alam. Dalam dua puluh tahun terakhir DAS Cidanau mengalami degradasi lingkungan yang tidak saja mengancam eksistensi cagar alam Rawa Danau, tetapi juga pada keberlanjutan ketersediaan dan kualitas air.

Gambaran Umum DAS Cidanau

Cidanau dengan luas 22.620 hektare merupakan daerah aliran sungai (DAS) yang memiliki andil penting dalam mendukung kontinuitas pembangunan di Provinsi Banten, khususnya di wilayah Serang Barat dan Kota Cilegon, dengan potensi debit rata-rata 2.000 liter per detik. Daerah Aliran Sungai (DAS) Cidanau merupakan salah satu DAS penting di wilayah Propinsi Banten, secara geografis DAS Cidanau terletak di antara 06° 07' 30" – 06° 18' 00" LS dan 105° 49' 00" – 106° 04' 00" BT. DAS Cidanau mencakup kawasan seluas 22.620 Ha (Sumber: RTL DAS Cidanau), yang mencakup wilayah Kabupaten Pandeglang seluas 999,29 Ha dan Kabupaten Serang seluas 21.620,71 Ha. Wilayah DAS Cidanau secara administratif terdiri dari 33 Desa pada 5 wilayah kecamatan di Kabupaten Serang dan 4 desa di kecamatan Mandalawangi Kabupaten Pandeglang. Tata guna lahan di DAS Cidanau, adalah sebagai berikut: - Hutan belukar: 1.539,00 Ha, - Rawa: 1.935,80 Ha, - Sawah: 6.786,30 Ha, - Semak: 5.982,40 Ha, - Kebun campuran: 3.471,10 Ha, - Permukiman: 396,80 Ha. Sumber: Master Plan Pengembangan dan Konservasi DAS Cidanau, Bappeda Banten 2022.



Gambar 3.1 Peta wilayah sungai Cidanau

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini ialah berupa data sekunder sebagai berikut:

1. Dalam penelitian ini data sekunder diambil dari National Aeronautics and Space Administration (NASA) Langley Research Center (LaRC) Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Project yang didanai melalui NASA Earth Science/Applied Science Program. Data-data yang diambil adalah data 31 tahunan dari tahun 1990 sd 2020 yang terdiri dari:
 - a. Data curah hujan (CH)
 - b. Data temperature (T)
 - c. Data kecepatan angin (W)
 - d. Data kelembaban udara (RH)
2. Data sekunder diperoleh dari bahan kepustakaan yang relevan dengan penelitian ini dan institusi terkait yaitu Balai Besar Wilayah Sungai Cidanau-Ciujung-Cidurian (BWS C3), bertempat di Jl. Ustadz Uzair Yachya No.1, Serang yang meliputi:
 - a. Peta Situasi
 - b. Data curah hujan dari pos stasiun curah hujan terdekat yang ada di lokasi penelitian.

Teknik Pengumpulan data

1. Observasi, yaitu teknik pengumpulan data melalui pengamatan secara langsung terhadap situasi objek.
2. Studi Kepustakaan, yaitu teknik pengumpulan data melalui penelaahan teks buku.

Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan dua jenis variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

a. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau yang menjadi sebab terjadinya perubahan atau timbulnya variabel terikat (dependen). Dinamakan sebagai variabel bebas karena bebas dalam mempengaruhi variabel lain. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan yaitu:

- Data temperature (T)
- Data kecepatan angin (W)
- Data kelembaban udara (RH)

b. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau variabel yang menjadi akibat karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikat yang digunakan yaitu:

- Intensitas hujan (I)

Metode Analisis Data

Penelitian dilaksanakan dengan melakukan analisis data-data primer dan sekunder yang diperoleh melalui kegiatan pengumpulan data dan survey lapangan. Analisis data dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan data variabel iklim (Curah hujan, temperature, kelembaban dan kecepatan angin) menggunakan aplikasi National Aeronautics and Space Administration (NASA) Langley Research Center (LaRC) Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER) Project selama rentang waktu 31 tahun (1990 – 2020)
2. Diperoleh data curah hujan hasil regresi tahunan dari penelitian terdahulu:
 - a. CH terhadap T
 - b. CH terhadap W
 - c. CH terhadap RH
 - d. CH terhadap T dan W
 - e. CH terhadap T dan RH
 - f. CH terhadap W dan RH
 - g. CH terhadap T, W dan RH
3. Melakukan analisis parameter frekuensi curah hujan
4. Menentukan probabilitas hujan dengan melakukan uji kecocokan
 - a. Metode Smirnov Kosmomogorov
 - b. Metode Uji Chi-Square
5. Analisis intensitas curah hujan terhadap:
 - a. I terhadap T
 - b. I terhadap W
 - c. I terhadap RH
 - d. I terhadap T dan W
 - e. I terhadap T dan RH
 - f. I terhadap W dan RH
 - g. I terhadap T, W, dan RH

3. RESULT AND DISCUSSION

Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode persamaan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = Lamanya curah hujan (jam)

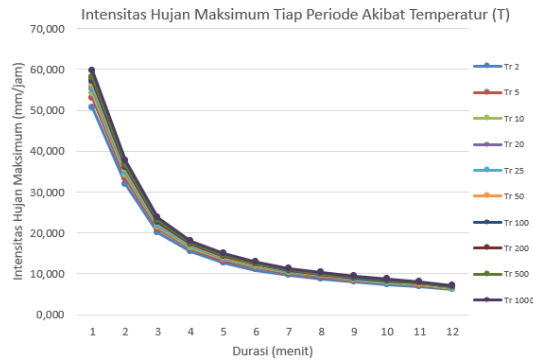
sehingga intensitas hujan akibat temperatur (T) pada durasi 5 menit diperoleh:

$$I = \frac{27.957}{24} \left(\frac{24}{\frac{5}{60}} \right)^{\frac{2}{3}} = 50.610 \text{ mm/jam}$$

Untuk hasil perhitungan intensitas hujan secara lengkap dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.1 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Temperatur (T)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	27,957	29,179	29,853	30,472	30,598	31,094	31,553	31,981	31,981	32,895
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur - I (T)									
5	50,610	52,821	54,041	55,163	55,391	56,289	57,119	57,895	57,895	59,550
10	31,897	33,291	34,060	34,767	34,910	35,477	36,000	36,488	36,488	37,531
20	20,103	20,982	21,466	21,912	22,002	22,359	22,689	22,997	22,997	23,654
30	15,346	16,016	16,386	16,726	16,795	17,068	17,319	17,555	17,555	18,056
40	12,670	13,224	13,529	13,810	13,867	14,092	14,300	14,494	14,494	14,908
50	10,920	11,398	11,661	11,903	11,952	12,146	12,325	12,492	12,492	12,849
60	9,672	10,094	10,327	10,542	10,585	10,757	10,916	11,064	11,064	11,380
70	8,728	9,109	9,320	9,513	9,552	9,707	9,851	9,984	9,984	10,270
80	7,985	8,334	8,527	8,704	8,740	8,881	9,012	9,135	9,135	9,396
90	7,383	7,705	7,883	8,047	8,080	8,211	8,332	8,446	8,446	8,687
100	6,883	7,183	7,349	7,502	7,533	7,655	7,768	7,873	7,873	8,098
120	6,096	6,362	6,509	6,644	6,671	6,780	6,880	6,973	6,973	7,172

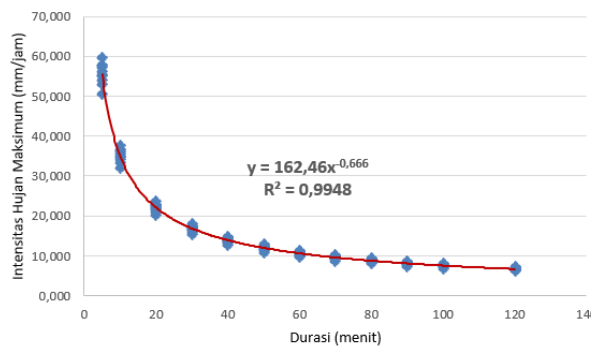


Gambar 4.8 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat temperatur (T)

Tabel 4.47 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Temperatur (T)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat T
2	$I(T) = 335.484 X^{-0.667}$
5	$I(T) = 350.145 X^{-0.667}$
10	$I(T) = 358.232 X^{-0.667}$
20	$I(T) = 365.67 X^{-0.667}$
25	$I(T) = 367.176 X^{-0.667}$
50	$I(T) = 373.134 X^{-0.667}$
100	$I(T) = 378.635 X^{-0.667}$
200	$I(T) = 383.775 X^{-0.667}$
500	$I(T) = 383.775 X^{-0.667}$
1000	$I(T) = 394.745 X^{-0.667}$

Dari beberapa persamaan intensitas hujan tiap periode di atas, dapat diperoleh model intensitas hujan maksimum akibat temperatur (T) yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



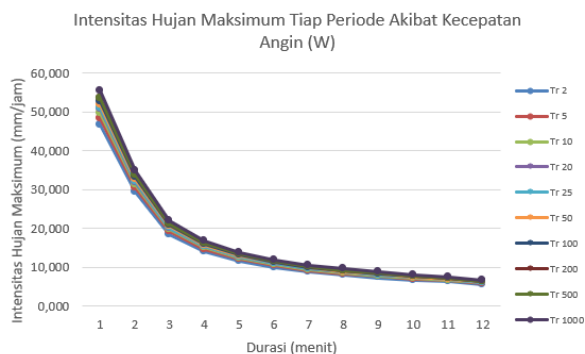
Gambar 4.9 Grafik intensitas hujan maksimum akibat temperatur (T)

Untuk parameter iklim lainnya yaitu kecepatan angin (W) dan kelembaban udara (RH), dengan dilakukan simulasi 1 variabel, 2 variabel, dan 3 variabel secara simultan dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini.

Tabel 4.48 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin (W)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	25,680	26,727	27,356	27,969	28,094	28,610	29,103	29,578	29,578	30,644
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin - I (W)									
5	46,487	48,384	49,521	50,632	50,857	51,792	52,684	53,545	53,545	55,475
10	29,299	30,494	31,211	31,911	32,053	32,642	33,204	33,747	33,747	34,963
20	18,465	19,219	19,671	20,112	20,201	20,573	20,927	21,269	21,269	22,035
30	14,096	14,671	15,016	15,352	15,421	15,704	15,975	16,236	16,236	16,821
40	11,638	12,113	12,398	12,676	12,732	12,966	13,189	13,405	13,405	13,888
50	10,031	10,440	10,685	10,925	10,974	11,175	11,368	11,554	11,554	11,970
60	8,884	9,246	9,464	9,676	9,719	9,898	10,068	10,232	10,232	10,601
70	8,017	8,344	8,540	8,732	8,771	8,932	9,086	9,234	9,234	9,567
80	7,335	7,634	7,814	7,989	8,024	8,172	8,313	8,448	8,448	8,753

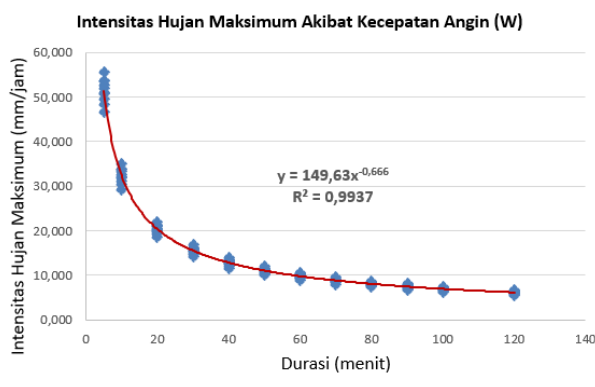
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	25,680	26,727	27,356	27,969	28,094	28,610	29,103	29,578	29,578	30,644
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin - I (W)									
90	6,781	7,058	7,224	7,386	7,419	7,555	7,685	7,811	7,811	8,092
100	6,322	6,580	6,735	6,886	6,916	7,043	7,165	7,282	7,282	7,544
120	5,599	5,827	5,964	6,098	6,125	6,238	6,345	6,449	6,449	6,681



Gambar 4.10 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat kecepatan angin (W)

Tabel 4.49 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Kecepatan Angin (W)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat W
2	$I (W) = 308.156 X^{-0.667}$
5	$I (W) = 320.73 X^{-0.667}$
10	$I (W) = 328.269 X^{-0.667}$
20	$I (W) = 335.631 X^{-0.667}$
25	$I (W) = 337.123 X^{-0.667}$
50	$I (W) = 343.32 X^{-0.667}$
100	$I (W) = 349.235 X^{-0.667}$
200	$I (W) = 354.939 X^{-0.667}$
500	$I (W) = 354.939 X^{-0.667}$
1000	$I (W) = 367.732 X^{-0.667}$

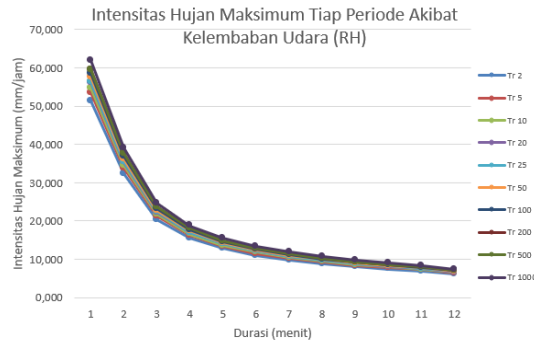


Gambar 4.11 Grafik intensitas hujan maksimum akibat temperatur (W)

Tabel 4.50 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Kelembaban Udara (RH)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	28,373	29,560	30,286	31,007	31,153	31,765	32,355	32,929	32,929	34,227
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kelembaban Udara - I (RH)									
5	51,364	53,511	54,826	56,130	56,395	57,504	58,572	59,610	59,610	61,961
10	32,372	33,726	34,554	35,376	35,543	36,242	36,915	37,569	37,569	39,051
20	20,403	21,256	21,778	22,296	22,401	22,841	23,266	23,678	23,678	24,612
30	15,574	16,225	16,624	17,020	17,100	17,436	17,760	18,075	18,075	18,788
40	12,859	13,396	13,726	14,052	14,118	14,396	14,663	14,923	14,923	15,512
50	11,083	11,546	11,830	12,111	12,169	12,408	12,638	12,862	12,862	13,370

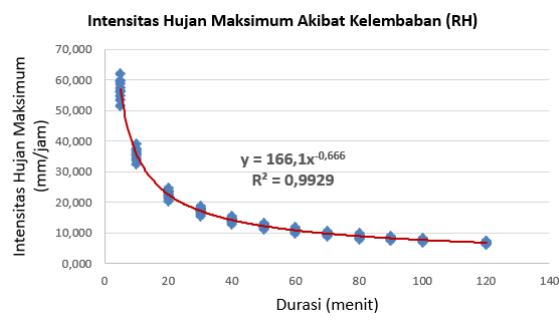
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	28,373	29,560	30,286	31,007	31,153	31,765	32,355	32,929	32,929	34,227
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kelembaban Udara - I (RH)									
60	9,816	10,226	10,477	10,727	10,777	10,989	11,193	11,392	11,392	11,841
70	8,858	9,228	9,455	9,680	9,726	9,917	10,101	10,280	10,280	10,686
80	8,104	8,443	8,651	8,856	8,898	9,073	9,242	9,405	9,405	9,776
90	7,493	7,806	7,998	8,188	8,227	8,389	8,544	8,696	8,696	9,039
100	6,985	7,277	7,456	7,633	7,669	7,820	7,965	8,106	8,106	8,426
120	6,186	6,445	6,603	6,760	6,792	6,926	7,055	7,180	7,180	7,463



Gambar 4.12 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat kelembaban udara (RH)

Tabel 4.51 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Kelembaban Udara (RH)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat RH
2	$I (RH) = 340.482 X^{-0.667}$
5	$I (RH) = 354.717 X^{-0.667}$
10	$I (RH) = 363.434 X^{-0.667}$
20	$I (RH) = 372.079 X^{-0.667}$
25	$I (RH) = 373.832 X^{-0.667}$
50	$I (RH) = 381.183 X^{-0.667}$
100	$I (RH) = 388.264 X^{-0.667}$
200	$I (RH) = 395.143 X^{-0.667}$
500	$I (RH) = 395.143 X^{-0.667}$
1000	$I (RH) = 410.73 X^{-0.667}$

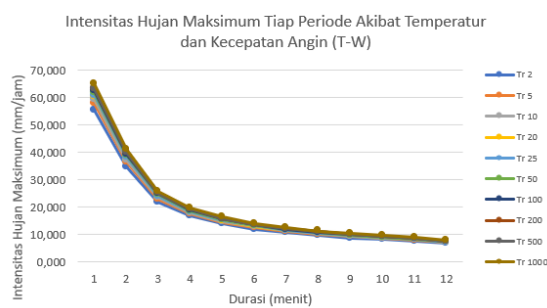


Gambar 4.13 Grafik intensitas hujan maksimum akibat kelembaban udara (RH)

Tabel 4.52 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kecepatan Angin (T-W)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.498	31.904	32.667	33.360	33.500	34.051	34.553	35.022	35.022	36.007
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kecepatan Angin - I (T,W)									
5	55.209	57.755	59.135	60.390	60.645	61.641	62.551	63.399	63.399	65.183
10	34.796	36.400	37.270	38.061	38.221	38.849	39.423	39.957	39.957	41.081
20	21.930	22.941	23.490	23.988	24.089	24.485	24.846	25.183	25.183	25.892
30	16.740	17.512	17.931	18.311	18.388	18.691	18.966	19.224	19.224	19.764
40	13.821	14.459	14.804	15.119	15.182	15.432	15.659	15.872	15.872	16.318

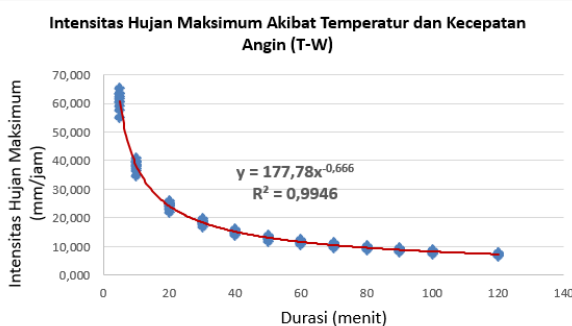
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.498	31.904	32.667	33.360	33.500	34.051	34.553	35.022	35.022	36.007
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kecepatan Angin - I (T,W)									
50	11.913	12.462	12.760	13.031	13.086	13.301	13.497	13.680	13.680	14.065
60	10.551	11.037	11.301	11.541	11.589	11.780	11.954	12.116	12.116	12.457
70	9.521	9.960	10.198	10.415	10.459	10.630	10.787	10.934	10.934	11.241
80	8.711	9.113	9.330	9.528	9.569	9.726	9.869	10.003	10.003	10.285
90	8.054	8.425	8.627	8.810	8.847	8.992	9.125	9.249	9.249	9.509
100	7.508	7.854	8.042	8.213	8.247	8.383	8.506	8.622	8.622	8.864
120	6.650	6.956	7.122	7.274	7.304	7.424	7.534	7.636	7.636	7.851



Gambar 4.14 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat temperatur dan kecepatan angin (T-W)

Tabel 4.53 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Temperatur dan Kecepatan Angin (T-W)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat T dan W
2	$I (T,W) = 365.974 X^{-0.667}$
5	$I (T,W) = 382.852 X^{-0.667}$
10	$I (T,W) = 391.999 X^{-0.667}$
20	$I (T,W) = 400.318 X^{-0.667}$
25	$I (T,W) = 402.003 X^{-0.667}$
50	$I (T,W) = 408.609 X^{-0.667}$
100	$I (T,W) = 414.64 X^{-0.667}$
200	$I (T,W) = 420.262 X^{-0.667}$
500	$I (T,W) = 420.262 X^{-0.667}$
1000	$I (T,W) = 432.085 X^{-0.667}$

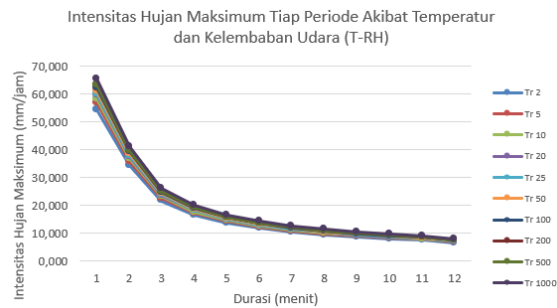


Gambar 4.15 Grafik intensitas hujan maksimum akibat temperatur dan kecepatan angin (T-W)

Tabel 4.54 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kelembaban Udara (T-RH)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.053	31.391	32.178	32.933	33.086	33.715	34.311	34.882	34.882	36.149
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kelembaban Udara - I (T,RH)									
5	54.405	56.827	58.251	59.618	59.895	61.034	62.112	63.146	63.146	65.440
10	34.289	35.815	36.713	37.574	37.749	38.467	39.146	39.798	39.798	41.243
20	21.610	22.573	23.138	23.681	23.791	24.244	24.672	25.083	25.083	25.994
30	16.496	17.231	17.663	18.077	18.161	18.506	18.833	19.147	19.147	19.842

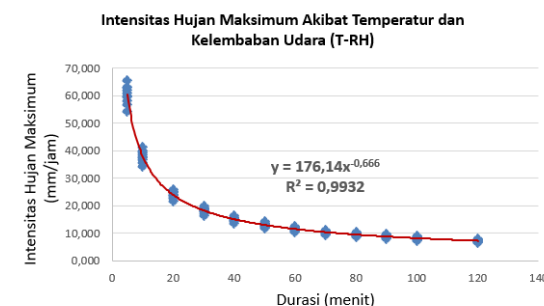
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.053	31.391	32.178	32.933	33.086	33.715	34.311	34.882	34.882	36.149
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur dan Kelembaban Udara - I (T,RH)									
40	13.620	14.226	14.583	14.925	14.994	15.280	15.550	15.809	15.809	16.383
50	11.739	12.262	12.569	12.864	12.924	13.170	13.402	13.625	13.625	14.120
60	10.397	10.860	11.132	11.393	11.446	11.664	11.870	12.067	12.067	12.506
70	9.382	9.800	10.046	10.281	10.329	10.526	10.712	10.890	10.890	11.285
80	8.584	8.966	9.191	9.407	9.450	9.630	9.800	9.963	9.963	10.325
90	7.936	8.290	8.498	8.697	8.737	8.903	9.061	9.212	9.212	9.546
100	7.399	7.728	7.922	8.108	8.145	8.300	8.447	8.587	8.587	8.899
120	6.553	6.844	7.016	7.180	7.214	7.351	7.481	7.606	7.606	7.882



Gambar 4.16 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat temperatur dan kelembaban udara (T-RH)

Tabel 4.55 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Temperatur dan Kelembaban Udara (T-RH)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat T dan RH
2	$I (T,RH) = 360.64 X^{-0.667}$
5	$I (T,RH) = 376.696 X^{-0.667}$
10	$I (T,RH) = 386.137 X^{-0.667}$
20	$I (T,RH) = 395.196 X^{-0.667}$
25	$I (T,RH) = 397.034 X^{-0.667}$
50	$I (T,RH) = 404.584 X^{-0.667}$
100	$I (T,RH) = 411.73 X^{-0.667}$
200	$I (T,RH) = 418.588 X^{-0.667}$
500	$I (T,RH) = 418.588 X^{-0.667}$
1000	$I (T,RH) = 433.789 X^{-0.667}$

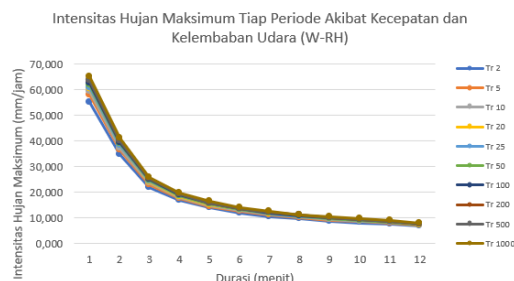


Gambar 4.17 Grafik intensitas hujan maksimum akibat temperatur dan kelembaban udara (T-RH)

Tabel 4.56 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara (W-RH)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.406	31.889	32.695	33.402	33.545	34.096	34.592	35.050	35.050	35.998
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara - I (W,RH)									
5	55.043	57.729	59.187	60.467	60.726	61.724	62.621	63.450	63.450	65.166
10	34.691	36.384	37.303	38.109	38.273	38.901	39.467	39.989	39.989	41.071
20	21.864	22.931	23.510	24.018	24.121	24.518	24.874	25.203	25.203	25.885
30	16.690	17.504	17.946	18.334	18.413	18.716	18.988	19.239	19.239	19.759

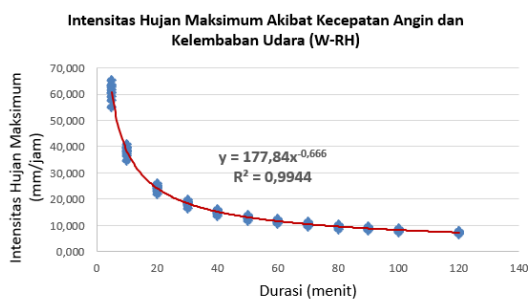
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	30.406	31.889	32.695	33.402	33.545	34.096	34.592	35.050	35.050	35.998
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara - I (W,RH)									
40	13.780	14.452	14.817	15.138	15.203	15.452	15.677	15.884	15.884	16.314
50	11.877	12.456	12.771	13.047	13.103	13.318	13.512	13.691	13.691	14.061
60	10.519	11.032	11.311	11.555	11.605	11.796	11.967	12.125	12.125	12.453
70	9.492	9.956	10.207	10.428	10.473	10.645	10.799	10.942	10.942	11.238
80	8.685	9.109	9.339	9.541	9.581	9.739	9.880	10.011	10.011	10.282
90	8.030	8.421	8.634	8.821	8.859	9.004	9.135	9.256	9.256	9.506
100	7.485	7.851	8.049	8.223	8.258	8.394	8.516	8.629	8.629	8.862
120	6.629	6.953	7.129	7.283	7.314	7.434	7.542	7.642	7.642	7.849



Gambar 4.18 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat kecepatan angin dan kelembaban udara (W-RH)

Tabel 4.57 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara (W-RH)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat W dan RH
2	$I (W,RH) = 364.87 X^{-0.667}$
5	$I (W,RH) = 382.674 X^{-0.667}$
10	$I (W,RH) = 392.341 X^{-0.667}$
20	$I (W,RH) = 400.823 X^{-0.667}$
25	$I (W,RH) = 402.542 X^{-0.667}$
50	$I (W,RH) = 409.157 X^{-0.667}$
100	$I (W,RH) = 415.107 X^{-0.667}$
200	$I (W,RH) = 420.6 X^{-0.667}$
500	$I (W,RH) = 420.6 X^{-0.667}$
1000	$I (W,RH) = 431.974 X^{-0.667}$

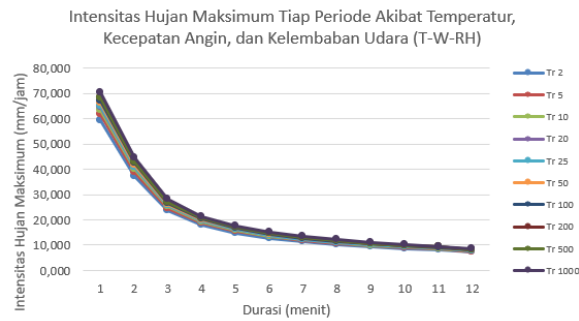


Gambar 4.19 Grafik intensitas hujan maksimum akibat kecepatan angin dan kelembaban udara (W-RH)

Tabel 4.58 Perhitungan Intensitas Hujan Akibat Temperatur, Kecepatan Angin, dan Kelembaban Udara (T-W-RH)

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	32.709	34.116	34.926	35.697	35.853	36.490	37.086	37.655	37.655	38.907
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur, Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara - I (T,W,RH)									
5	59.213	61.759	63.226	64.621	64.904	66.056	67.137	68.166	68.166	70.432
10	37.319	38.924	39.848	40.728	40.906	41.632	42.313	42.962	42.962	44.390
20	23.520	24.532	25.114	25.669	25.781	26.239	26.668	27.077	27.077	27.977
30	17.954	18.726	19.171	19.594	19.680	20.029	20.357	20.669	20.669	21.356

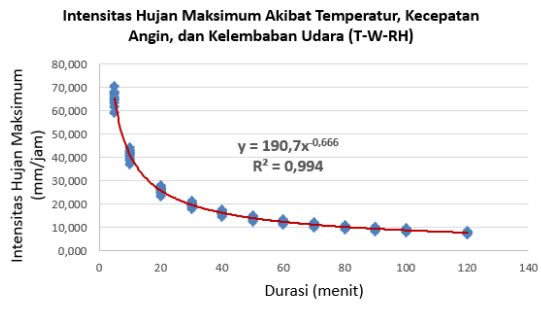
T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	32.709	34.116	34.926	35.697	35.853	36.490	37.086	37.655	37.655	38.907
Durasi	Intensitas Hujan Akibat Temperatur, Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara - I (T,W,RH)									
40	14.824	15.461	15.828	16.178	16.249	16.537	16.807	17.065	17.065	17.632
50	12.777	13.326	13.643	13.944	14.005	14.253	14.486	14.709	14.709	15.197
60	11.316	11.802	12.083	12.349	12.403	12.623	12.830	13.027	13.027	13.460
70	10.212	10.651	10.904	11.144	11.193	11.392	11.578	11.756	11.756	12.146
80	9.343	9.744	9.976	10.196	10.241	10.422	10.593	10.755	10.755	11.113
90	8.638	9.009	9.223	9.427	9.468	9.636	9.794	9.944	9.944	10.274
100	8.052	8.399	8.598	8.788	8.826	8.983	9.130	9.270	9.270	9.578
120	7.132	7.438	7.615	7.783	7.817	7.956	8.086	8.210	8.210	8.483



Gambar 4.20 Grafik intensitas hujan rancangan tiap periode akibat temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara (T-W-RH)

Tabel 4.59 Persamaan Intensitas Hujan Tiap Periode Akibat Temperatur, Kecepatan Angin, dan Kelembaban Udara (T-W-RH)

Periode (Tr)	Pers. Intensitas Hujan Akibat T, W, RH
2	$I (T,W,RH) = 392.512 X^{-0.667}$
5	$I (T,W,RH) = 409.389 X^{-0.667}$
10	$I (T,W,RH) = 419.115 X^{-0.667}$
20	$I (T,W,RH) = 428.365 X^{-0.667}$
25	$I (T,W,RH) = 430.239 X^{-0.667}$
50	$I (T,W,RH) = 437.876 X^{-0.667}$
100	$I (T,W,RH) = 445.038 X^{-0.667}$
200	$I (T,W,RH) = 451.864 X^{-0.667}$
500	$I (T,W,RH) = 451.864 X^{-0.667}$
1000	$I (T,W,RH) = 466.879 X^{-0.667}$

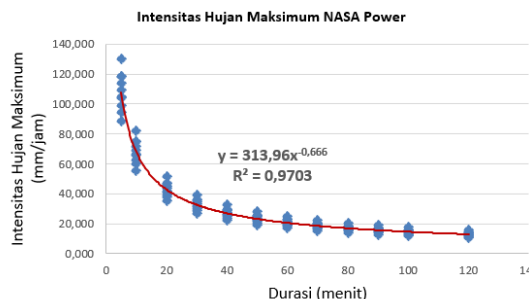


Gambar 4.21 Grafik intensitas hujan maksimum akibat temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara (T-W-RH)

Tabel 4.60 Perhitungan Intensitas Hujan NASA Power

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	48.791	52.283	54.753	57.431	57.981	60.445	62.945	65.503	65.503	71.740
Durasi	Intensitas Hujan NASA Power									
5	88.325	94.646	99.119	103.965	104.962	109.422	113.948	118.578	118.578	129.870
10	55.667	59.651	62.470	65.524	66.153	68.963	71.816	74.734	74.734	81.851
20	35.084	37.595	39.372	41.297	41.693	43.464	45.262	47.101	47.101	51.587

T	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
Xtr	48.791	52.283	54.753	57.431	57.981	60.445	62.945	65.503	65.503	71.740
Durasi	Intensitas Hujan NASA Power									
30	26.782	28.698	30.054	31.524	31.826	33.178	34.551	35.955	35.955	39.379
40	22.112	23.694	24.814	26.027	26.277	27.393	28.527	29.686	29.686	32.512
50	19.058	20.422	21.387	22.433	22.648	23.610	24.587	25.586	25.586	28.023
60	16.879	18.087	18.942	19.868	20.059	20.911	21.776	22.660	22.660	24.818
70	15.232	16.322	17.094	17.929	18.101	18.870	19.651	20.449	20.449	22.397
80	13.936	14.933	15.639	16.404	16.561	17.265	17.979	18.709	18.709	20.491
90	12.885	13.807	14.459	15.166	15.312	15.962	16.622	17.298	17.298	18.945
100	12.012	12.871	13.479	14.138	14.274	14.881	15.496	16.126	16.126	17.661
120	10.638	11.399	11.938	12.522	12.642	13.179	13.724	14.282	14.282	15.642



Gambar 4.23 Grafik intensitas hujan maksimum NASA Power

Tabel 4.62 Rekapitulasi Persamaan Model Intensitas Hujan Maksimum

No	Variabel Iklim	Persamaan Intensitas Hujan	Koef. Deterministik
1	Temperatur (T)	$I(T) = 162,46 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9948$
2	Kecepatan Angin (W)	$I(W) = 149,63 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9937$
3	Kelembaban (RH)	$I(RH) = 166,10 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9929$
4	(T-W)	$I(T,W) = 177,78 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9946$
5	(T-RH)	$I(T,RH) = 176,14 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9932$
6	(W-RH)	$I(W,RH) = 177,84 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9944$
7	(T-W-RH)	$I(T,W,RH) = 190,70 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9940$
8	NASA Power	$I(NASA\ Power) = 313,96 X^{-0,666}$	$R^2 = 0,9703$

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, diperoleh sebagai berikut:

1. Simulasi curah hujan menggunakan data dari Nasa Power yang didasarkan pada kondisi pola hujan yang dibentuk oleh perubahan iklim, juga dilakukan untuk menghitung curah hujan yang disebabkan oleh variabel iklim seperti temperatur (T), kecepatan angin (W) dan kelembaban udara (RH) dengan simulasi sebanyak 7 kali terhadap 3 variabel tersebut (T, W, RH, T-W, T-RH, W-RH, T-W-RH) yang diolah secara bersama-sama. Karena nilai koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien varian (Cv) tidak memenuhi persyaratan salah satu jenis distribusi, distribusi curah hujan maksimum untuk semua jenis simulasi menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III.
2. Intensitas curah hujan bervariasi tergantung pada lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Kedua parameter ini dapat dikaitkan secara statistik dengan frekuensi kejadiannya dan menghasilkan grafik hubungan Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) yang terbentuk sesuai dengan pola grafik kekuatan.
3. Didapatkan persamaan model intensitas hujan akibat temperatur yaitu $I(T) = 162,46 X^{-0,666}$; akibat kecepatan angin yaitu $I(W) = 149,63 X^{-0,666}$; akibat kelembaban udara yaitu $I(RH) = 166,10 X^{-0,666}$; akibat temperatur dan kecepatan angin yaitu $I(T-W) = 177,78 X^{-0,666}$; akibat temperatur dan kelembaban udara yaitu $I(T-RH) = 176,14 X^{-0,666}$; akibat kecepatan angin dan kelembaban udara yaitu $I(W-RH) = 177,84 X^{-0,666}$; akibat temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara yaitu $I(T-W-RH) = 190,70 X^{-0,666}$; sedangkan untuk model intensitas hujan kondisi riil dari NASA Power yaitu $I(NASA\ Power) = 313,96 X^{-0,666}$.
4. Berdasarkan model intensitas hujan tersebut dapat disimpulkan bahwa parameter iklim yang paling berpengaruh terhadap intensitas hujan untuk simulasi 1 variabel adalah kelembaban udara (RH); untuk simulasi 2 variabel adalah kecepatan angin dan kelembaban udara (W-RH); dan yang paling tinggi pengaruhnya yaitu simulasi 3 variabel temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara (T-W-RH) secara simultan.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut: 1). Pemanasan global telah memberikan dampak yang signifikan terhadap model intensitas hujan di wilayah DAS Cidanau Kabupaten Serang Provinsi Banten. Didapatkan persamaan model intensitas hujan akibat temperatur yaitu $I(T) = 162,46 X - 0,066$; akibat kecepatan angin yaitu $I(W) = 149,63 X - 0,666$; akibat kelembaban udara yaitu $I(RH) = 166,10 X - 0,666$; akibat temperatur dan kecepatan angin yaitu $I(T-W) = 177,78 X - 0,666$; akibat temperatur dan kelembaban udara yaitu $I(T-RH) = 176,14 X - 0,666$; akibat kecepatan angin dan kelembaban udara yaitu $I(W-RH) = 177,84 X - 0,666$; akibat temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara yaitu $I(T-W-RH) = 190,70 X - 0,666$; sedangkan untuk model intensitas hujan kondisi riil dari NASA Power yaitu $I(\text{NASA Power}) = 313,96 X - 0,666$. 2). Berdasarkan model intensitas hujan tersebut dapat disimpulkan bahwa parameter iklim yang paling berpengaruh terhadap intensitas hujan untuk simulasi 1 variabel adalah kelembaban udara (RH); untuk simulasi 2 variabel adalah kecepatan angin dan kelembaban udara (W-RH); dan yang paling tinggi pengaruhnya yaitu simulasi 3 variabel temperatur, kecepatan angin, dan kelembaban udara (T-W-RH) secara simultan.

5. REFERENCES

- Aldrian, E. (2001). Pembagian iklim Indonesia berdasarkan pola curah hujan dengan metoda "double correlation". *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 2(1), 11-18.
- Ammann, C. M., Joos, F., Schimel, D. S., Otto-Bliesner, B. L., & Tomas, R. A. (2007). Solar influence on climate during the past millennium: Results from transient simulations with the NCAR Climate System Model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(10), 3713-3718.
- Anna, A. N. (2014). Analisis Potensi Limpasan Permukaan (Run Off) Menggunakan Model CookS Di Das Penyangga Kota Surakarta Untuk Pencegahan Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo.
- Das, S., & Angadi, D. P. (2020). Land use-land cover (LULC) transformation and its relation with land surface temperature changes: A case study of Barrackpore Subdivision, West Bengal, India. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 100322.
- Demissie, M., Wagesho, N., & Hussien, B. (2016). Assessment of climate change impact on flood frequency of Bilate River Basin, Ethiopia. *Civil and Environmental Research*, 8(12), 27-43.
- Fadholi, A. (2013). Persamaan regresi prediksi curah hujan bulanan menggunakan data suhu dan kelembapan udara di Ternate. *Statistika*, 13(1).
- Harisuseno, D., Bisri, M., Yudono, A., & Purnamasari, F. D. (2014). Analisa spasial limpasan permukaan menggunakan model hidrologi di wilayah perkotaan. *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, 1(1), 51-57.
- Hegerl, G. C., Zwiers, F. W., Braconnot, P., Gillett, N. P., Luo, Y., Orsini, J. A. M., ... & Planton, S. (2007). Understanding and attributing climate change. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, KB Averyt, M. Tignor and HL Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.
- Musa, R. (2021). Kajian Penanggulangan Banjir dengan Menggunakan Kolam Retensi (Studi Kasus Sungai Lamasi Kabupaten Luwu). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1), 18-25.
- Musa, R., & Kasim, P. A. (2019). Klasifikasi Distribusi Butiran Hujan Menggunakan Alat Rainfall Simulator. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 4(2), 113-124.
- Narulita, I. (2017). Pengaruh ENSO dan IOD pada Variabilitas Curah Hujan di DAS Cerucuk, pulau Belitung. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(1), 45-60.
- Pabalik, I., Ihsan, N., & Arsyad, M. (2015). Analisis Fenomena Perubahan Iklim dan Karakteristik Curah Hujan Ekstrem di Kota Makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, 11(1), 88-92.
- Rusmawati, R., Musa, R., & Mallombasi, A. (2022). Kajian Penanggulangan Banjir dengan Menggunakan Tanggul pada Sungai Mata Allo Kabupaten Enrekang. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(1), 1-7.
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada serbuk rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) yang berpotensi sebagai antioksidan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(1), 35-42.
- Syamsuddin, A. P., Musa, R., & Ashad, H. (2022). Kajian Pengaruh Parameter Hidrograf Satuan Sintetik Berdasarkan Karakteristik Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 7(1), 50-56.
- Utom, A. U., Odoh, B. I., & Okoro, A. U. (2012). Estimation of Aquifer Transmissivity Using Parameters Derived from Surface Resistivity Measurements: A Case History from Parts of Enugu Town (Nigeria).
- Warnatzsch, E. A., & Reay, D. S. (2019). Temperature and precipitation change in Malawi: Evaluation of CORDEX-Africa climate simulations for climate change impact assessments and adaptation planning. *Science of the Total Environment*, 654, 378-392.