

Analisis Frekuensi Curah Hujan Di Daerah Aliran Sungai Cipelang Di Wilayah Kota Sukabumi

Muljanati ^{a,1,*} Utamy Sukmayu Saputri ^{a,2}

^a Program Studi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Sukabumi, Indonesia

¹ muljanati_ts17@nusaputra.ac.id *; ² utamy.sukmayu@nusaputra.ac.id *;

* Corresponding Author

ABSTRACT

Analisis frekuensi merupakan salah satu cara untuk memprediksi probabilitas terjadinya suatu peristiwa hidrologi berdasarkan data historis yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi terhadap setiap kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang. Data curah hujan yang tercatat diproses berdasarkan areal yang mendapatkan hujan sehingga didapat tinggi curah hujan rata-rata menggunakan metode Poligon Thiessen. Analisis frekuensi yang digunakan adalah metode Moment, merupakan ukuran kuantitatif terhadap sifat geometrik dari bentuk suatu distribusi dengan distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi yang paling cocok untuk Daerah Aliran Sungai Cipelang adalah distribusi Gumbel, berdasarkan uji kecocokan dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

ABSTRACT

Frequency analysis is one way to predict the probability of occurrence of a hydrological event based on historical data which serves as the basis for hydrological planning calculations to anticipate every possibility that will occur in the future. Recorded rainfall data is processed based on the area that gets rain so that the average rainfall height is obtained using the Thiessen Polygon method. The frequency analysis used is the Moment method, which is a quantitative measure of the geometric properties of the shape of a distribution with the Normal distribution, Log Normal distribution, Gumbel distribution and Log Pearson III distribution. The results of the analysis show that the most suitable distribution for the Cipelang Watershed is the Gumbel distribution, based on the compatibility test with the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests.



KATA KUNCI

Metode Moment
Poligon Thiessen
Distribusi Probabilitas
Uji Chi Kuadrat
Uji Smirnov-Kolmogorov

KATA KUNCI

Metode Moment
Poligon Thiessen
Distribusi Probabilitas
Uji Chi Kuadrat
Uji Smirnov-Kolmogorov



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Analisis frekuensi merupakan salah satu cara untuk memprediksi probabilitas terjadinya suatu peristiwa hidrologi berdasarkan data historis yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi terhadap setiap kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang. Dengan anggapan bahwa pada sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Dalam bidang teknik sipil, khususnya teknik sipil keairan, analisis frekuensi digunakan untuk memprediksi hujan ekstrem seperti hujan rancangan atau banjir rancangan maupun kekeringan.

Karena data debit aliran di daerah Sukabumi sulit didapatkan maka perhitungan analisa frekuensi dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian. Curah hujan rata-rata dianalisis menggunakan metode *Poligon Thiessen* untuk mempermudah dalam mengetahui luas dan bobot DAS Cipelang.

Dalam statistik dikenal empat macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam hidrologi, yaitu distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Masing-masing distribusi mempunyai sifat yang khas, sehingga data curah hujan harus diuji kecocokannya dengan sifat statistik masing-masing distribusi tersebut. Pengujian disribusi dilakukan dengan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan pengambilan data curah hujan selama 13 tahun terakhir (2010-2022) dari 3 stasiun penakar curah hujan di daerah aliran sungai Cipelang yaitu stasiun Ciaul, stasiun Situ mekar dan stasiun Ciraden.

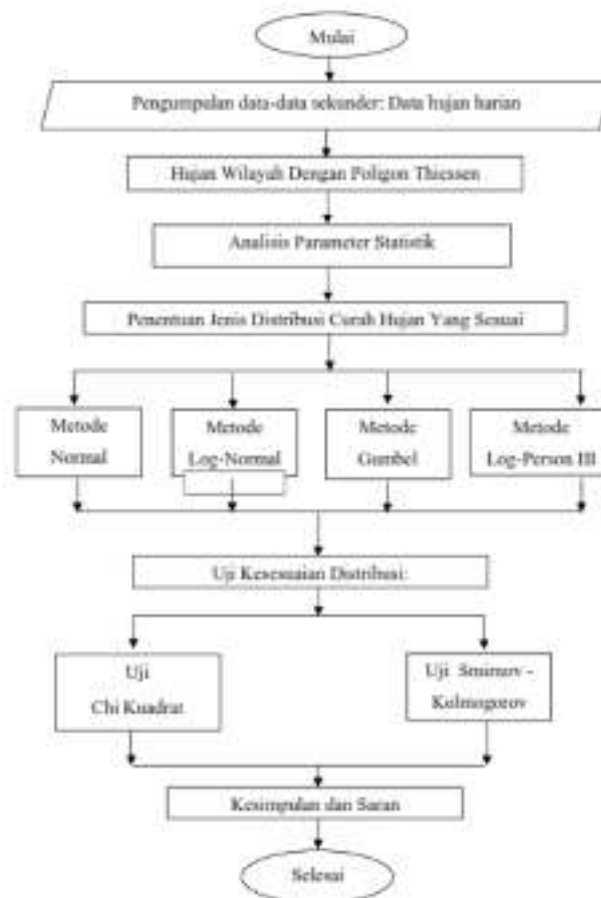
Dengan penelitian ini, penulis mencoba untuk menganalisis dan menentukan pola distribusi frekuensi curah hujan daerah berdasarkan data-data dari beberapa stasiun pencatat hujan di DAS Cipelang Sukabumi.

2. Metode

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah sebaran stasiun pencatat curah hujan di wilayah Saerah Aliran Sungai Cipelang yaitu Stasiun Ciaul. Stasiun Ciraden dan Stasiun Situ mekar yang termasuk ke dalam wilayah Kota Sukabumi

Tahapan Penelitian



Gambar 2.1 Diagram Penelitian

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Analisan Data dan Pembahasan

Analisis Hidrologi bertujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan hujan yang berpengaruh pada hujan rancangan di daerah aliran sungai Cipelang. Analisis di lakukan terhadap data curah hujan harian antara tahun 2010 sampai dengan tahun 2022 (13 Tahun) yang diperoleh dari 3 stasiun penakar curah hujan harian, yaitu: Sta. Situmekar, Sta. Ciaul, Sta. Ciraden.

3.1.1 Data Curah Hujan

Perhitungan analisis hidrologi, data-data yang dibutuhkan diantaranya adalah data curah hujan maksimum harian. Untuk dapat melakukan analisis curah hujan maksimum harian rata-rata daerah terlebih dahulu ditentukan besarnya curah hujan maksimum berdasarkan pos curah hujan yang terbesar pada DAS Cipelang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Curah Hujan Harian Maksimum

Kejadian			Sta. Ciaul	Sta. Ciraden	Sta. Situ Mekar
Tahun	Bulan	Tanggal	Rmax	Rmax	Rmax
2010	Mei	9	118	26	47
	Juni	16	11	147	29
	Des	7	31	44	83
2011	Jan	29	60	2	0
	Okt	30	56	68	37
	Nop	23	3	28	73
2012	Nop	18	8	56	64
	Nop	23	50	67	23
	Des	3	9	7	86
2013	Feb	13	39	1	0
	Feb	8	10	58	25
	Feb	12	9	19	80
2014	Nop	16	96	11	15
	Jan	11	30	64	52
	Feb	14	1	0	102
2015	Jan	23	23	25	38
	Apr	15	3	56	24
	Mar	22	10	46	90
2016	Apr	23	18	5	65
	Mar	8	8	76	91
	Mar	8	8	76	91
2017	Nop	5	120	0	0
	Mar	13	85	80	99
	Nop	28	85	96	99
2018	Apr	5	85	16	3
	Nop	28	55	102	23
	Mar	7	15	111	77
2019	Feb	17	105	93	63
	Apr	26	105	113	63

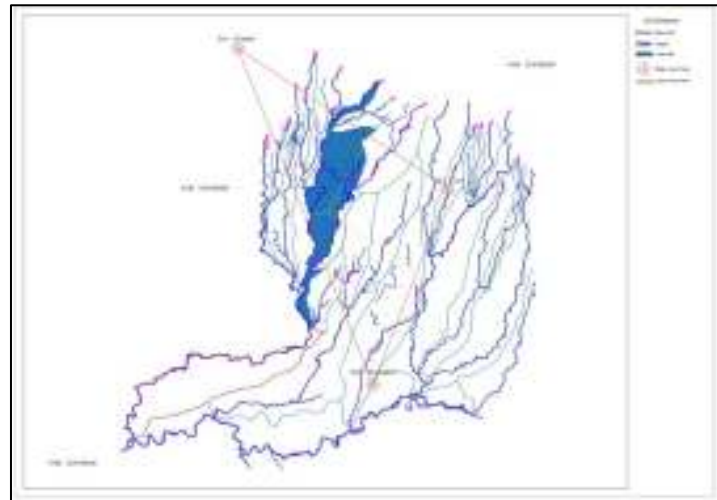
	Des	17	13	7	114
2020	Mar	5	65	52	74
	Mar	21	65	188	78
	Apr	22	14	29	83
2021	Nov	5	138	70	12
	Jan	10	52	87	50
	Nov	12	10	47	124
2022	Des	12	87	16	56
	Des	5	56	96	70
	Des	20	17	50	92

Sumber: Penulis, 2021

3.1.2. Analisis Curah Hujan Harian Maksimum

Berdasarkan dari metodologi yang telah dipaparkan di atas, tinjauan analisis dilakukan dengan batas luasan DAS Cipelang. Data Curah hujan merupakan banyaknya hujan yang jatuh di suatu tempat. Curah hujan mempengaruhi debit dan aliran permukaan pada suatu sungai.

Dengan metode Poligon Thiessen, Daerah Aliran Sungai Cipelang dibagi menjadi beberapa wilayah berdasarkan letak pos curah hujannya, seperti pada Gambar 3.2 Lokasi Stasiun Hujan dan Gambar 3.2 Luasan Poligon Thiessen DAS Cipelang.



Gambar 3.2 Luasan Poligon Thiessen DAS Cipelang
(Sumber: DPUTR, 2021)

Tabel 3.2 Rekap Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan Kawasan Maksimum (mm)
2010	86,55
2011	58,05
2012	52,89
2013	38,60
2014	52,81

2015	46,86
2016	62,36
2017	93,92
2018	79,38
2019	99,79
2020	132,59
2021	74,00
2022	80,17

Sumber: Penulis, 2021.

Berdasarkan dari data di atas diketahui curah hujan harian maksimum tahunan terendah terjadi pada tahun 2013 dengan curah hujan sebesar 38,60 mm dan curah hujan tahunan tertinggi terjadi pada tahun 2020 dengan curah hujan sebesar 132,59 mm.

3.1.3. Metode Moment

1. Parameter Moment

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pencatat hujan, baik manual maupun otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang.

Penentuan nilai parameter moment diperlukan sebagai dasar penentuan distribusi dengan menggunakan Analisis Rata-rata dan Simpangan baku seperti pada Tabel 3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan.

Tabel 3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan (Xi)	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
2010	86,552	73,552	5409,856	397904,245	29266543,279
2011	58,052	45,052	2029,658	91439,585	4119510,979
2012	52,888	39,888	1591,047	63463,575	2531430,691
2013	38,603	25,603	655,537	16783,996	429728,186
2014	52,810	39,810	1584,864	63093,965	2511792,489
2015	46,862	33,862	1146,640	38827,593	1314782,635
2016	62,362	49,362	2436,614	120276,301	5937087,066
2017	93,922	80,922	6548,437	529915,333	42882027,852
2018	79,379	66,379	4406,213	292481,370	19414711,608
2019	99,793	86,793	7533,043	653816,164	56746733,920
2020	132,595	119,595	14302,923	1710555,584	204573600,204
2021	74,000	61,000	3721,000	226981,000	13845841,000
2022	80,172	67,172	4512,133	303090,877	20359345,787
Jumlah Data	13		47644,830	3978557,711	369727948,909
Rata-rata (X)	73,692				
Sx	25,808				
Cs	0,8				
Ck	0,8				
Cv	0,4				

Sumber: Penulis, 2021.

3.1.4. Analisis Jenis Distribusi

Penentuan pola distribusi atau sebaran hujan dilakukan dengan menganalisis data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dengan menggunakan analisis frekuensi. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang (analisis frekuensi) maka dicari parameter statistik dari data curah hujan wilayah baik normal maupun logaritmik.

Dari data analisis frekuensi curah hujan yang telah dihitung maka dapat ditentukan jenis distribusi curah hujan yang digunakan.

Tabel 3.4. Parameter Statistik untuk menentukan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,8	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	0,8	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$	0,1	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	-0,4	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,8	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	0,8	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Jika tidak ada Uji parameter yang memenuhi	$C_s = 0,1$ $C_k = -0,4$ $C_v = 0,08$	Memenuhi

Sumber: Suripin, 2004.

3.1.5. Penggambaran Kertas Probabilitas

Penggambaran pada kertas probabilitas dilakukan berdasarkan data kedalaman hujan dan probabilitasnya. distribusi Log Normal dan Log Pearson III data hujan dibuat dalam bentuk $y = \log P$, seperti ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Analisis Probabilitas Distribusi Log Normal dan Log Pearson III

Probabilitas Log Normal dan Log Pearson III				
m	X	$y = \log X$	$P(X) = m/(n+1)$	$T = 1/P$ (Tahun)
1	1,587	0,200	0,071	14,0
2	1,671	0,223	0,143	7,0
3	1,723	0,236	0,214	4,7
4	1,723	0,236	0,286	3,5
5	1,764	0,246	0,357	2,8
6	1,795	0,254	0,429	2,3
7	1,900	0,279	0,500	2,0
8	1,904	0,280	0,571	1,8
9	1,937	0,287	0,643	1,6

10	1,973	0,295	0,714	1,4
11	1,999	0,301	0,786	1,3
12	1,999	0,301	0,857	1,2
13	2,123	0,327	0,929	1,1
n	13			

Sumber: Penulis, 2021.

Analisis Hujan Rencana

Untuk menentukan besarnya hujan rencana yang akan terjadi di Daerah Aliran Sungai Cipelang, maka terlebih dahulu di cari kemungkinan curah hujan harian maksimum. Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan maksimum ini adalah metode Log Pearson III. Penentuan nilai parameter moment diperlukan sebagai dasar penentuan hujan rencana.

1) Distribusi Log Pearson III

Dengan persamaan $\text{Log}X_T = \text{log}\bar{X} + K$. s didapat hasil perhitungan hujan rancangan dengan metode Log Pearson III seperti yang ada di Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Hujan rancangan dengan metode Log Pearson III

Periode Ulang (T)	K	Log Xt	Xt (mm)
2	-0,132	1,822	66,401
5	0,780	1,970	93,379
10	1,336	2,061	114,953
20	1,998	2,168	147,233
25	2,453	2,242	174,533
50	2,891	2,313	205,586
100	3,312	2,381	240,628
200	4,250	2,534	341,697

Sumber: Penulis, 2021.

Uji Kesesuaian Chi-Kuadrat

Pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata dari data yang dianalisis distribusi terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap variat X menurut hitungan dengan pendekatan empiris.

1) Distribusi Log Pearson III

Tahap perhitungan Chi Kuadrat untuk distribusi Log Pearson III sama seperti Log Normal dengan nilai rerata $\bar{X} = 1,844 \text{ mm}$ dan standar deviasi $S = 0,150$. Hasil perhitungan Chi Kuadrat untuk distribusi Log Pearson III disajikan dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7. Nilai Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson III

4. DISTRIBUSI LOG PEARSON III						
Kelas	P(x>=X)	Oi	Hujan (mm)	Ei	Ei-Oi	(Ei-Oi) ² /Ei
1	0.00<P<=)0.20	2	42,733	2,60	0,600	0,138
2	0.21<P<=)0.40	3	54,583	2,60	-0,400	0,062
3	0.41<P<=)0.60	3	73,971	2,60	-0,400	0,062
4	0.61<P<=)0.80	3	93,422	2,60	-0,400	0,062
5	0.81<P<=)0.99	2	116,194	2,60	0,600	0,138

Jumlah $E_f =$	13	Jumlah $O_f =$	13	$\chi^2 =$	0,462
Derajat Kebebasan =	2	Chi Kritik =	5,991		diterima

Sumber: Penulis, 2021.

Dengan tingkat signifikansi 5% serta derajat kebebasan $dk = 2$, didapatkan nilai chi-kritik adalah sebesar 5,991 (Tabel Nilai Chi Kritik). Sehingga dapat disimpulkan dengan tingkat kepercayaan 95% dan kesalahan 5% Distribusi Log Normal dapat diterima karena nilai Chi Kuadrat lebih kecil dari nilai Chi Kritik ($0,462 < 5,991$).

Uji Smirnov-Kolmogorov

Hasil dari perhitungan Tabel 3.8 menunjukkan analisis nilai Δ_{maks} untuk masing-masing distribusi.

Tabel 3.8. Analisis nilai Δ_{maks} distribusi Log Pearson III

Log Xi	m	$P=m/(n+1)$	F(Xi)	Pz	$F(z)=P-Pz$	D
1,587	1	0,083	-1,715	0,043	0,040	0,040
1,671	2	0,167	-1,174	0,120	0,046	0,046
1,723	3	0,250	-0,841	0,200	0,050	0,050
1,723	4	0,333	-0,837	0,201	0,132	0,132
1,764	5	0,417	-0,577	0,282	0,135	0,135
1,795	6	0,500	-0,377	0,353	0,147	0,147
1,900	7	0,583	0,296	0,616	-0,033	0,033
1,904	8	0,667	0,324	0,627	0,040	0,040
1,937	9	0,750	0,538	0,705	0,045	0,045
1,973	10	0,833	0,766	0,778	0,055	0,055
1,999	11	0,917	0,935	0,825	0,092	0,092
1,999	12	1,000	0,935	0,825	0,175	0,175
2,123	13	1,083	1,728	0,958	0,125	0,125

Sumber: Penulis, 2021.

Dari gambar pada kertas probabilitas dicari jarak penyimpangan setiap titik data terhadap kurva teoritis. Jarak penyimpangan terbesar merupakan nilai Δ_{maks} . Nilai Δ_{maks} harus lebih kecil dari $\Delta_{kritik} = 0,340$ seperti diberikan dalam Tabel Nilai distribusi maksimal. Distribusi terbaik adalah yang memberikan nilai Δ_{maks} terkecil. Dari gambar sebaran data pada kertas probabilitas, diperoleh data sebagai berikut:

$$\text{Distribusi Log Pearson III : } \Delta_{maks} = 0,045 < \Delta_{kritik} = 0,340$$

Analisis Hujan Rancangan

Berdasarkan hasil pengujian Chi-Kuadrat distribusi yang terbaik adalah Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III sedangkan dari uji Smirnov-Kolmogorov hasil terbaik adalah Log Pearson III karena mempunyai nilai terkecil maka hujan rancangan kala ulang untuk DAS Cipelang dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Hujan Rancangan Kala Ulang DAS Cipelang

Periode	Cs	Log Xi	S	k	Log Xt	S.Log X	X
2	0,8	1,854	0,16	0,00	1,854	0,289	71,383
5	0,8	1,854	0,16	0,84	1,984	0,289	96,464
10	0,8	1,854	0,16	1,28	2,053	0,289	112,943
25	0,8	1,854	0,16	1,64	2,109	0,289	128,500
50	0,8	1,854	0,16	1,71	2,119	0,289	131,671
100	0,8	1,854	0,16	2,05	2,173	0,289	148,844
200	0,8	1,854	0,16	2,33	2,216	0,289	164,558

Sumber: Penulis, 2021.

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dijelaskan sebelumnya, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Curah hujan rata-rata wilayah di Daerah Aliran Sungai Cipelang yang dianalisis menggunakan metode Poligon Thiessen didapatkan hasil curah hujan terendah terjadi pada tahun 2013 dengan curah hujan wilayah sebesar 38,60 mm per tahun dan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2020 dengan curah hujan sebesar 132,59 mm per tahun.
2. Hasil analisis frekuensi hujan rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 dan 200 tahun adalah sebagai berikut:

Periode	X
2	71,383
5	96,464
10	112,943
25	128,500
50	131,671
100	148,844
200	164,558

3. Hasil analisis menunjukkan bahwa distribusi yang paling cocok untuk Daerah Aliran Sungai Cipelang adalah distribusi *Log Pearson III*, berdasarkan uji kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Untuk uji Chi-Kuadrat dihasilkan nilai 0,462 sedangkan untuk uji Smirnov-Kolmogorov dihasilkan nilai $\Delta_{maks} = 0,045$.

References

- [1] Yulia A., Utamy Sukmayu Saputri dan Triono., *“Ciheulang River Flood Analysis In Caringin District Sukabumi Regency”* Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 1., No. 1, November 2021, pp. 1-9 (Universitas Nusa Putra).
- [2] Utamy Sukmayu Saputri., Ruli Maulana., dkk., *“Analysis and Identification of Factors Causing Flooding at Sukabumi City Terminal”* IJEAT Vol. 6., No. 2, Nov 2023, pp. 82-86 (Universitas Nusa Putra).
- [3] Dewi Sartika dan O.T. Ikotun., *“Evaluation Of Drainage Channels On Residential Area”* IJEAT Vol. 2 | May 2019, (Universitas Nusa Putra dan Universitas Covenant).
- [4] Shova Sara Khaerina., Radius Pranoto dan Bambang Jatmika., *“Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Crossing Jl. Raya Cibadak”* Jurnal Teslink : Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 1 (2) | November 2019 (Universitas Nusa Putra).
- [5] Suripin., *“Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan”* Yogyakarta: Andi Offset. 2004.
- [6] S. R. Brotowiryo., *“Analisis Hidrologi”* Jakarta: PT Gramedia. 1993.
- [7] Sugiono., *“Metode Penelitian Bisnis”* Bandung: Pusat Bahasa Depdiknas. 2003.
- [8] S. Sosrodarsono dan K. Takeda., *“Hidrologi Untuk Pengairan”* Jakarta: PT Pradayana Paramita. 1987.
- [9] Soewarno., *“Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)”* Bandung: Nova. 1995.
- [10] V. T. Chow., D. R. Maidment., and L. W. Mays., *“Applied Hidrology”* Singapore: McGraw-Hill Book Company. 1988.
- [11] Soemarto., *“Hidrologi Teknik”* Jakarta: Erlangga. 1999.
- [12] Balai PSDA Wilayah Cisadea-Cibareno Kota Sukabumi. 2020.
- [13] DPUTR Kota Sukabumi. 2020.
- [14] Upomo, Togani. Cahyadi., dan Kusumawardani, Rini., *“Pemilihan Distribusi Probabilitas pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness Of Fit Test,” Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, Vol. 18 No. 2, pp. 139-148, 2016.
- [15] Soewarno., *“Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometrik)”* Bandung: Nova. 1995.