

ANALISIS DATA CURAH HUJAN SEBAGAI PENYEBAB BANJIR DI GEDONG TATAAN LAMPUNG

RAINFALL ANALYSIS AS CAUSES FLOOD IN GEDONGTATAAN LAMPUNG

Anna Mariana Situngkir

E-mail: annasitungkir1@gmail.com

Dikirim 29 Januari 2022, Direvisi 12 Maret 2022, Disetujui 29 Maret 2022

Abstrak: Banjir terjadi hampir setiap tahun di Gedongtataan dengan tinggi genangan dapat mencapai 1,5 meter dan menggenangi beberapa desa di Gedongtataan. Banjir tersebut menimbulkan dampak negatif seperti masalah kesehatan, kemacetan lalu lintas, dan kerusakan material. Banjir yang terjadi disebabkan oleh curah hujan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa curah hujan sebagai faktor penyebab banjir di Gedongtataan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisa pola curah hujan dan frekuensi curah hujan maksimum dengan metode Gumbel. Hasil menunjukkan bahwa curah hujan tinggi di bulan Januari, Februari, dan Desember. Curah hujan harian maksimum di Gedongtataan sebesar 118 mm/hari dan dari metode Gumbel diperoleh curah hujan harian maksimum sebesar 155 mm/hari dengan periode ulang 100 tahun. Curah hujan yang tinggi dan didukung ketidakmampuan drainase dan pengendali banjir lainnya dalam mengalirkan air limpasan hujan menjadi penyebab banjir di Gedongtataan.

Kata kunci: analisis hujan, banjir, Gedongtataan

Abstract: Flood occurs almost every year in Gedongtataan which inundation depth can reach 1.5 meters and submerges some villages in Gedongtataan. The flood causes negative effects such as health problems, road congestion, and material damage. The flood that has been occurred was caused by high rainfall. The study had objective to analyze rainfall as a factor causing floods in Gedongtataan. The study used simple analysis for the rainfall pattern and Gumbel method to analyze the frequency of maximum rainfall. The study resulted in that high rainfall occurred in January, February, and December. The maximum daily rainfall in Gedongtataan reached 118 mm/day and maximum daily rainfall can be 155 mm/day for 100 years return period from Gumbel method. The high rainfall intensity and also lack capacity of drainages and inability of other flood control in flowing runoff has caused flood in Gedongtataan.

Keywords: rainfall analysis, flood, Gedongtataan

PENDAHULUAN

Gedongtataan terletak di bagian selatan Provinsi Lampung dan merupakan ibukota Kabupaten Pesawaran. Luas Gedongtataan adalah 9.706 Ha atau sekitar 8,27% dari luas keseluruhan Kabupaten Pesawaran. Jumlah penduduk Kecamatan Gedongtataan mencapai 108.320 jiwa dengan pertumbuhan penduduk sekitar 1,19% (2020). (Pesawaran Dalam Angka, 2021).

Gedongtataan merupakan ibukota Kabupaten Pesawaran yang dikembangkan untuk permukiman, pusat pemerintahan, perdagangan, pelayanan, dan pertanian. Akan tetapi, banjir sering terjadi di ibukota

Kabupaten Pesawaran ini terutama pada saat musim hujan.

Isu banjir di Gedongtataan hampir terjadi setiap tahun. Tercatat banjir pernah terjadi pada tahun 2011-2019. Banjir besar juga tercatat pernah terjadi pada tahun 1992, 2004, 2014, dan 2016. Pada tahun 2016, banjir menggenangi 3 desa yaitu Gedongtataan, Bagelen dan Karanganyar. Banjir tersebut menyebabkan jembatan gantung hanyut dan rumah terendam.

Beberapa area yang rentan terjadi banjir di Gedongtataan, antara lain:

- a. Desa Kutoarjo dengan ketinggian banjir 0,3 m - 0,7 m

- b. Desa Bagelen dengan ketinggian banjir 0,2 m – 0,4 m
- c. Jalan Ahmad Yani (dekat Polsek Gedongtataan) dengan ketinggian banjir 0,1 m – 0,7 m
- d. Jalan Kebagusan dengan ketinggian banjir 0,1 m – 0,3 m
- e. Desa Padang Ratu dengan ketinggian banjir 0,7 m



Gambar 1. Banjir di Gedongtataan tahun 2017

Sumber. <http://pusatkrisis.kemkes.go.id>

Banjir menimbulkan dampak seperti kerusakan rumah akibat terendam, masalah kesehatan seperti diare, demam dan penyakit kulit. Selain itu, banjir di ruas jalan menyebabkan kemacetan lalu lintas dan mempengaruhi sosial ekonomi masyarakat.

Penyebab banjir yang terjadi di Gedongtataan dari tahun ke tahun semakin kompleks, karena tidak hanya faktor alam seperti curah hujan yang tinggi yang menyebabkan meluapnya Sungai Way Semah, akan tetapi faktor infrastruktur seperti drainase dan pengendali banjir turut berperan. Ketidakmampuan drainase menampung air limpasan dari sekitarnya dan talud sungai yang tidak mampu menahan aliran air sungai juga menyebabkan banjir.

Intensitas hujan yang tinggi dan durasi hujan yang lama menjadi penyebab utama banjir di Gedongtataan yang mengakibatkan sungai tidak mampu mengalirkan air limpasan sehingga

menggenangi daerah disekitarnya. Hal inilah yang terjadi pada banjir pada tahun 2004, 2013, dan 2016. Banjir besar yang pernah terjadi pada tahun 2004 telah menyebabkan beberapa desa seperti Desa Suka Banjar, Sukaraja, Bagelen, Sukadadi, Kesugihan, Gedongtataan dan Penengahan tergenang selama 3 (tiga) hari dengan ketinggian 0,3 m – 1,0 m. Banjir tersebut menyebabkan beberapa rumah terendam dan mengalami kerusakan. (saibumi.comFG, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis curah hujan sebagai faktor penyebab banjir di Gedongtataan yang meliputi analisa pola hujan dan analisa frekuensi curah hujan.

Banjir merupakan peristiwa tergenangnya suatu tempat akibat meluapnya air di suatu wilayah yang melebihi kapasitas daya tampung pembuangan air. (Rahayu dkk, 2009). Hal yang sama juga dikemukakan oleh IDEP (2017), banjir terjadi karena air meluap dari saluran yang ada sehingga menggenangi wilayah sekitarnya. Banjir yang kerap kali terjadi dapat menimbulkan kerugian baik dari segi ekonomi, fisik, maupun kemanusiaan.

Berdasarkan The European Floods Directive (EFD) (2007), banjir terjadi ketika daratan tertutup air sementara waktu padahal daratan tersebut selalu kering di masa lalu. EFD mengklasifikasikan banjir menjadi 6 jenis berdasarkan area, penyebab banjir dan efek banjir, yaitu:

- a. Banjir di sekitar daerah aliran sungai. Banjir disebabkan karena curah hujan yang tinggi yang menyebabkan bangunan pengendali banjir seperti tanggul dan pintu-pintu air rusak. Banjir ini menyebabkan air tergenang atau meluap dari saluran air.
- b. Banjir yang terjadi di area pantai. Banjir disebabkan oleh air pasang tinggi, tsunami, angin topan dan badai. Banjir ini menyebabkan air

tergenang dan meningkatkan salinitas daerah pertanian.

- c. Limpasan air hujan dari daerah pegunungan atau perbukitan. Penyebab banjir ada 3 (tiga), yaitu lereng bukit atau pegunungan yang tidak stabil, hujan lebat dan kapasitas danau yang berlebihan. Banjir jenis ini menyebabkan air dan sedimen meluap dari saluran air dan erosi sepanjang saluran.
- d. Banjir bandang yang terjadi sangat cepat dan dampaknya menyerupai limpasan air hujan dari pegunungan. Banjir bandang dapat menjadi ancaman bagi kehidupan manusia dan properti.
- e. Banjir air tanah. Banjir ini disebabkan karena muka air dalam badan air seperti sungai tinggi. Banjir ini menyebabkan air tidak mengalir jika banjir terjadi dalam waktu lama.
- f. Banjir di sekitar danau. Banjir disebabkan karena muka air yang meningkat dan menyebabkan air tidak mengalir dan tergenang.

Banjir yang paling membahayakan dan mengancam di antara semua jenis banjir adalah banjir bandang. Banjir bandang mengalir dengan kekuatan besar dan dengan kecepatan yang tidak dapat diperkirakan sehingga dapat merusak segala sesuatu yang dilalui. (NOAA, 2015)

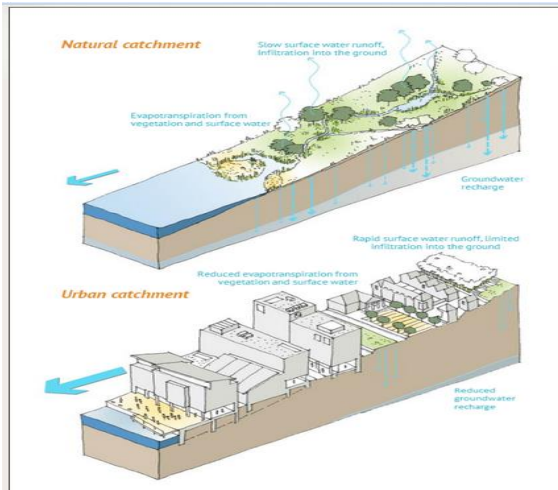
Parkinson (2003) mengklasifikasikan banjir menjadi 3 (tiga) jenis berdasarkan karakteristik dan dampaknya, yaitu banjir tipe A, banjir tipe B, dan banjir tipe C. Banjir tipe A hanya terjadi pada skala lokal dan terjadi setiap hujan turun. Banjir tipe A dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti penyakit diare dan gatal-gatal. Banjir tipe B terjadi pada daerah yang lebih luas dibandingkan banjir tipe A. Banjir tipe B lebih jarang terjadi dibanding banjir tipe A dan berdampak pada transportasi (kemacetan lalu lintas), penyakit yang berhubungan dengan air,

dan kerusakan infrastruktur. Dampak banjir tipe B tidak sebesar dampak banjir tipe C. Banjir tipe C terjadi pada daerah yang luas dan tidak sering terjadi. Akan tetapi, banjir tipe C menimbulkan dampak yang paling parah dibandingkan banjir tipe A dan tipe B serta mengancam kehidupan masyarakat dan berdampak pada perekonomian.

Banjir umumnya disebabkan karena aktivitas manusia seperti mengubah tata guna lahan untuk pembangunan dan urbanisasi. Penduduk mengembangkan area permukiman baru karena populasi yang terus meningkat. Pengembangan area baru untuk komersial tanpa mempertimbangkan rencana spasial. Perubahan tata guna lahan tersebut menyebabkan terjadinya banjir. (Yuksekk, 2013)

Urbanisasi juga berdampak terhadap banjir karena urbanisasi mengubah siklus hidrologi di alam terutama di daerah aliran sungai yang kecil. Adanya urbanisasi menyebabkan pembangunan akan tumbuh lebih cepat dan mengubah tata guna lahan. Pembangunan menyebabkan permukaan tanah tertutup oleh jalan, tempat parkir, bangunan dan infrastruktur lainnya. Hal ini menyebabkan volume air limpasan semakin besar karena tanah menjadi jenuh dan menyerap air hujan lebih lambat sehingga hujan yang jatuh ke tanah mengalir lebih cepat ke saluran air (Booth, 1991).

Pembangunan di daerah perkotaan dapat meningkatkan debit banjir dan frekuensi banjir. Volume air di sungai selama banjir menjadi lebih besar pada daerah perkotaan dibandingkan volume air di sungai pada daerah yang tidak dibangun. Oleh karena itu, banjir di daerah perkotaan akan menjadi lebih sering (Konrad, 2014). Pengaruh urbanisasi dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Dampak Urbanisasi pada Siklus Hidrologi

Sumber: <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html>, diambil 30 Oktober, 2015

Dengan demikian, banjir dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain: curah hujan yang tinggi, meluapnya air permukaan, ketidakmampuan tanah menyerap air, dan naiknya permukaan air.

Curah hujan yang terjadi dapat dianalisis dengan menguji konsistensi dan homogenitas data curah hujan sebagai awalan untuk meminimalisir kesalahan dalam mencatat data, sebagai contoh observer baru, perpindahan stasiun curah hujan, pergantian alat pengukur, dan berubahnya metode pengukuran. Salah satu metode untuk menguji konsistensi curah hujan adalah *Double Curve Mass*. Pada metode ini, data curah hujan tahunan dari stasiun observasi dibandingkan dengan data referensi rata-rata curah hujan dari stasiun sekitarnya. Data curah hujan dari stasiun yang diuji diakumulasi dan diplot pada sumbu y dan rata-rata curah hujan dari stasiun sekitarnya diakumulasi dan diplot pada sumbu x. Apabila hasil plotting berupa garis lurus, maka data dari stasiun observasi konsisten. Akan tetapi, bila garis yang dihasilkan bengkok, maka data dari stasiun observasi perlu dikoreksi dengan faktor yang dihasilkan dari perbandingan slope garis bengkok dengan garis lurus. (Triatmodjo, 2009).

Metode lainnya untuk mengevaluasi konsistensi data adalah uji-F dan uji-t. Uji-F dikenal sebagai metode Fisher untuk menguji variasi data. Nilai F data curah hujan dihitung menggunakan persamaan: (de Laat dkk, 1992)

$$F_{cal} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (1)$$

Keterangan:

Fcal = Nilai F terhitung

S1 = Standar deviasi data series 1

S2 = standar deviasi data series 2

Nilai F yang diperoleh dibandingkan dengan nilai F dari Tabel Distribusi (Ftab) dengan tingkat kepercayaan 5%. Data curah hujan dianggap konsisten apabila nilai F terhitung (Fcal) memenuhi persyaratan:

$$F(df_1, df_2, 2.5\%) < F_{cal} < F(df_1, df_2, 97.5\%)$$

Keterangan:

$F(df_1, df_2, 2.5\%)$ Ftab dengan probabilitas 2.5%

$F(df_1, df_2, 97.5\%)$ Ftab dengan probabilitas 97.5%

df1 Derajat kebebasan data seri 1 = n1 - 1

df2 Derajat kebebasan data seri 2 = n2 - 1

n1 Jumlah data series 1

n2 Jumlah data series 2

Metode uji-t digunakan untuk mengevaluasi konsistensi rata-rata. Nilai t (tcal) dihitung menggunakan persamaan:

$$t_{cal} = \frac{X_{av1} - X_{av2}}{\left\{ \frac{((n_1 - 1) \times s_1^2) + ((n_2 - 1) \times s_2^2)}{(n_1 + n_2 - 2)} \right\} \times \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{0.5}}$$

Keterangan:

t_{cal} = Nilai t terhitung

X_{av1} = Rata-rata data series 1

X_{av2} = Rata-rata data series 2

n_1 = Jumlah data series 1

n_2 = Jumlah data series 2

s_1 = Standar deviasi data series 1

s_2 = Standar deviasi data series 2

Nilai t terhitung dibandingkan dengan nilai t dari Tabel distribusi t (t_{tab}) dengan derajat kepercayaan 5%. Data curah hujan dinyatakan konsisten rata-rata apabila t_{cal} memenuhi persyaratan:

$$t(df, 2.5\%) < t_{cal} < t(df, 97.5\%)$$

Keterangan:

$t(df, 2.5\%)$ = t_{tab} dengan probabilitas 2.5%

$t(df, 97.5\%)$ = t_{tab} dengan probabilitas 97.5%

df = derajat kebebasan
= $n_1 + n_2 - 2$

n_1 = jumlah data series 1

n_2 = jumlah data series 2

Selain konsistensi, homogenitas data curah hujan juga perlu dievaluasi. Metode yang digunakan untuk menguji homogenitas adalah *Cumulative Residuals*, metode ini membandingkan data curah hujan tahunan dari stasiun observasi dengan rata-rata curah hujan tahunan dari stasiun sekitar untuk periode yang sama dan menggunakan nilai *non-exceedance* (q) 80%.

Setelah data divalidasi dan hasil menunjukkan bahwa data curah hujan konsisten dan homogen, dilakukan analisis frekuensi curah hujan dan probabilitas.

Frekuensi curah hujan adalah probabilitas kejadian hujan dengan besaran yang sama atau lebih tinggi. Analisis frekuensi curah hujan bertujuan untuk mencari curah hujan maksimum melalui distribusi probabilitas. Curah hujan maksimum terjadi paling tidak 1 (satu) kali selama periode ulangan tertentu. Menurut Chow (1951) dalam Patra (2008), penghitungan curah hujan periode ulang (X_T) menggunakan persamaan:

$$X_T = X_{av} + (K_T \times S)$$

$$K_T = \frac{X_T - X_{av}}{S}$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan periode ulang (mm)

X_{av} = Curah hujan rata-rata (mm)

K_T = Faktor frekuensi

S = Standar deviasi

Persamaan tersebut dapat digunakan untuk menghitung semua jenis distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas untuk menghitung frekuensi curah hujan ada 4 jenis, yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel Tipe I. (Suripin, 2004). Keempat jenis distribusi probabilitas harus memenuhi persyaratan yang tercantum pada Tabel berikut.

Tabel 1. Parameter Statistik untuk Pemilihan Jenis Distribusi

No.	Jenis Distribusi	Persyaratan
1.	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2.	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3.	Gumbel	$C_s \approx 1.14$ $C_k \approx 5.4$
4.	Log Pearson III	Nilai C_s and C_k lebih besar dari nilai yang dipersyaratkan di atas

Sumber: Triatmodjo (2008)

Keterangan:

C_s = Koefisien Kemencengan

C_k = Koefisien Kurtosis

C_v = Koefisien Variansi

Perkiraan curah hujan untuk waktu berkala dari keempat distribusi tersebut dievaluasi menggunakan uji kecocokan (*Good Fit Test*) untuk menentukan periode berkala. Ada 2 (dua) jenis uji kecocokan yang dapat dilakukan yaitu Uji *Chi-Square* dan Uji *Smirnov Kolmogoro*. (Sri Harto, 1991 dalam Triatmodjo 2008).

Uji *Chi-Square* dilakukan dengan mengklasifikasikan data menjadi beberapa kelas, paling sedikit 5 (lima) kelas. Uji ini menghasilkan nilai *Chi-Square* yang dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\chi^2 = \sum_{t=1}^n \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

Keterangan:

χ^2 = Nilai chi square

Of = Frekuensi terobservasi di setiap kelas

Ef = Frekuensi yang diharapkan di setiap kelas

n = jumlah kelas

Nilai Chi Square terhitung dibandingkan dengan nilai kritis dari χ^2 (χ_{cr}^2) dan lebih kecil dari χ_{cr}^2 yang diperoleh dari Tabel Distribusi Chi Square dengan derajat kepercayaan (α) 0,05 yang umumnya digunakan di hidrologi. Nilai χ_{cr}^2 dari tabel juga bergantung dari derajat kebebasan (df) yang dihitung dengan persamaan:

$$df = n - (\alpha + 1)$$

Uji Smirnov Kolmogorov ini dapat diterapkan setelah data curah hujan diplot dan kurva teori dibuat di kertas probabilitas. Berdasarkan kurva tersebut, setiap nilai perbedaan maksimum (Δ_{max}) dibandingkan dengan perbedaan kritis

($\Delta_{critical}$) dari Tabel Nilai Kritis. Salah satu kelebihan uji kecocokan Smirnov Kolmogoro, data tidak perlu diklasifikasikan dan tidak memerlukan minimum data.

Tabel 2. Nilai Kritis Smirnov Kolmogorov

Jumlah sampel (n)	Tingkat kepercayaan, α			
	0.1	0.05	0.02	0.01
1	0.950	0.75	0.90	0.995
2	0.776	0.42	0.90	0.929
3	0.636	0.08	0.7	0.829
4	0.565	0.24	0.6	0.734
5	0.509	0.63	0.5	0.669
6	0.468	0.19	0.5	0.617
7	0.436	0.83	0.4	0.576
8	0.410	0.54	0.4	0.542
9	0.387	0.30	0.4	0.513
10	0.369	0.09	0.4	0.489
11	0.352	0.91	0.3	0.468
12	0.338	0.75	0.3	0.449
13	0.325	0.61	0.3	0.432
14	0.314	0.49	0.3	0.418
15	0.304	0.38	0.3	0.404

Sumber. O'Connor, P.D.T and Kleyner, A. 2012.

<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119961260.app3/pdf>

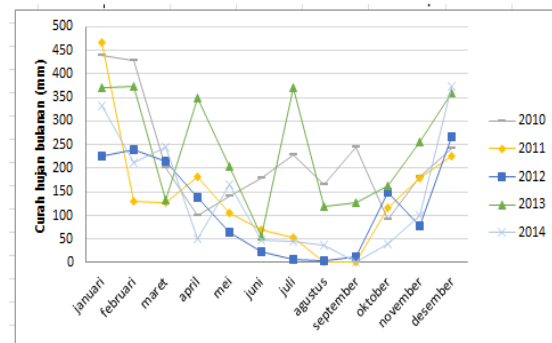
METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan di Gedongtataan. Tahap awal mengumpulkan data sekunder berupa data curah hujan harian dari stasiun observasi Stasiun Way Semah (Pos Hujan/PH 235A) dan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Masgar Tegineneng untuk 4 (empat) pos stasiun sekitarnya yaitu PH007, PH008, PH009, dan PH 036. Data-data tersebut akan dianalisis pola curah hujan dan analisa frekuensi curah hujan maksimum di Gedongtataan. Analisis diawali dengan melakukan uji konsistensi dan homogenitas data. Kedua uji ini dilakukan untuk meminimalisir kemungkinan kesalahan yang terjadi ketika mencatat data curah hujan seperti adanya pengamat baru, perpindahan stasiun hujan ke tempat lain, pergantian alat dan perubahan metode pengukuran. Uji konsistensi data dilakukan dengan metode *Double Curve Mass* serta metode *uji-F* dan *uji-t*. Sedangkan uji homogenitas data menggunakan *Cumulative Residuals*.

Analisis frekuensi data curah hujan maksimum dilakukan dengan 4 (empat) metode yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel Tipe I. Hasil uji distribusi frekuensi ketiga metode tersebut akan dianalisis dengan uji kecocokan (*Good Fit Test*) Smirnov-Kolmogorov. Metode ini dilakukan dengan membandingkan perbedaan maksimum (Δ_{max}) yang diperoleh dari kertas probabilitas dengan nilai kritis tabel (Δ_{critic}) Smirnov Kolmogorov.

HASIL DAN PEMBAHASAN

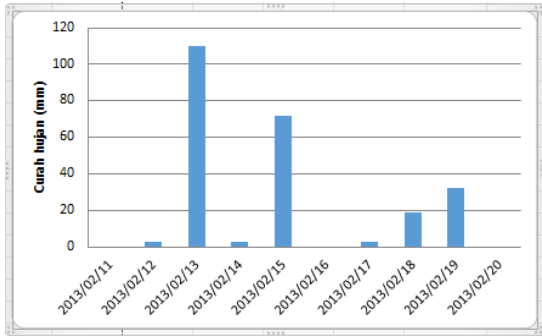
Berdasarkan data curah hujan tahun 2010–2014, curah hujan yang tinggi di Gedongtataan terjadi pada bulan Januari-Februari dan Desember yang merupakan musim hujan. Jumlah curah hujan mulai menurun di bulan Maret kemudian akan mengalami peningkatan mulai bulan Oktober.



Gambar 3. Pola curah hujan Gedongtataan tahun 2010-2014

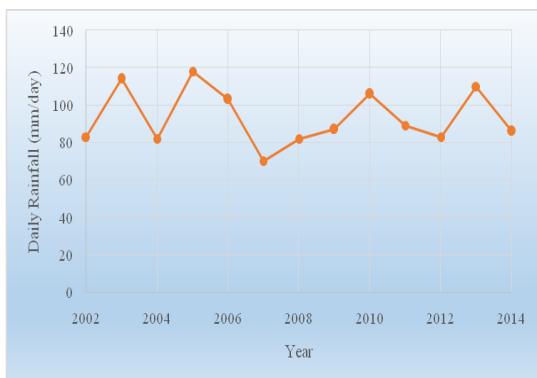
Berdasarkan data BMKG Tegineneng, rata-rata curah hujan tahunan adalah 1800 mm/tahun pada periode 2002-2014 dengan curah hujan tahunan paling rendah adalah 1300 mm/tahun pada tahun 2003 dan curah hujan tahunan paling tinggi adalah 2900 mm/tahun pada tahun 2013.

Pada bulan Januari-Februari dan Desember tercatat beberapa kejadian banjir yaitu banjir pada Desember 2012, Februari 2013, dan Januari 2014. Jumlah curah hujan pada Desember 2012 mencapai 267 mm yang merupakan curah hujan tertinggi pada tahun tersebut. Pada Februari 2013 curah hujan mencapai 374 mm yang merupakan curah hujan puncak di tahun tersebut. Curah hujan pada Januari 2014 mencapai 333 mm, tertinggi kedua pada tahun tersebut. Menurut Tumiar K. Manik dkk (2017), curah hujan di atas 150 mm/dasarian memungkinkan menimbulkan terjadinya banjir sebesar 10 % berdasarkan hasil analisa sebaran data curah hujan dasarian Pesawaran periode 1972-2011. Curah hujan pada dasarian II Desember 2012 mencapai 193 mm/dasarian dan jumlah curah hujan pada dasarian II Februari 2013 mencapai 242 mm sehingga banjir terjadi.



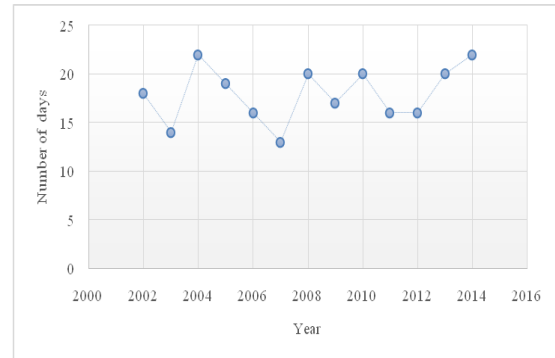
Gambar 4. Curah hujan dasarian II Februari 2013

Analisis frekuensi hujan dihitung berdasarkan data curah hujan harian maksimum tahun 2002-2014 dari BMKG Masgar Tegineneng dan Pos Hujan Way Semah. Curah hujan harian maksimum tertinggi adalah 118 mm/hari yang terjadi pada September 2005, kemudian 110 mm/hari pada Februari 2013 yang menyebabkan banjir pada tanggal 13 Februari 2013, dan curah hujan harian puncak terendah adalah 70 mm/hari pada tahun 2007. Curah hujan harian puncak tersebut terjadi di bulan Desember-Februari.



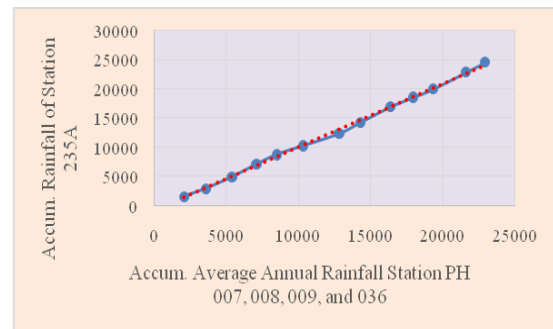
Gambar 5. Curah Hujan Harian Puncak tahun 2002-2014

Rata-rata jumlah hari hujan maksimum adalah 18 hari/bulan, dengan jumlah hari hujan tertinggi 22 hari/bulan yang terjadi pada tahun 2004 dan 2014 dan jumlah hari hujan terendah 13 hari/bulan yang terjadi pada tahun 2007. Jumlah hari hujan tertinggi juga terjadi di bulan Desember-Februari.



Gambar 6. Jumlah Hari Hujan Tertinggi/Bulan Tahun 2002-2014

Uji konsistensi data curah hujan tahunan periode 2002–2014 dengan metode *Double Curve Mass* menunjukkan bahwa tidak ada data yang menyimpang jauh sehingga data curah hujan dari BMKG dan Way Semah dianggap konsisten dan dapat digunakan.



Gambar 7. Grafik Double Curve Mass Curah Hujan Tahunan

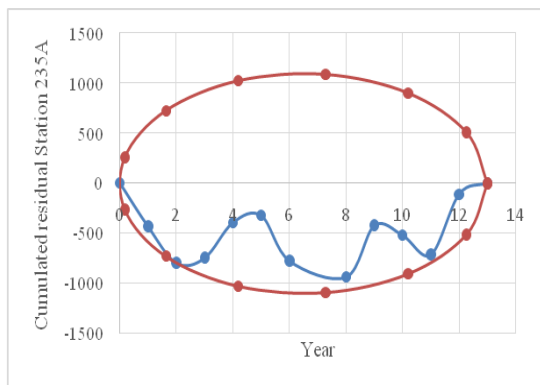
Uji konsistensi variasi data dilakukan dengan uji-F dan diperoleh $F_{cal} = 1,15$, $F_{tab}(df_1, df_2, 2.5\%) = 0,624$, dan $F_{tab}(df_1, df_2, 97.5\%) = 1,63$ dan memenuhi persyaratan dibawah ini. Dengan demikian, variasi data curah hujan dari stasiun Way Semah konsisten.

$$F(df_1, df_2, 2.5\%) < F_{cal} < F(df_1, df_2, 97.5\%)$$

Uji konsistensi rata-rata data curah hujan dievaluasi menggunakan t-tes dan diperoleh hasil $t_{cal} = 0.0$, $t_{tab}(df, 2.5\%) = -1.971$, and $t_{tab}(df, 97.5\%) = 1.971$. Hasil tersebut memenuhi persyaratan:

$$t(df, 2.5\%) < t_{cal} < t(df, 97.5\%)$$

Homogenitas data curah hujan diuji melalui metode *Cumulative Residuals*, curah hujan dari Stasiun Observasi Way Semah dibandingkan dengan rata-rata curah hujan dari stasiun sekitar dengan probabilitas 80%. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada grafik berikut dan menunjukkan data homogen.



Gambar 8. Grafik Cumulative Residuals Curah Hujan Way Semah

Hasil uji konsistensi dan homogenitas menunjukkan bahwa data curah hujan Stasiun Way Semah dapat digunakan untuk menganalisa distribusi frekuensi curah hujan. Metode yang sering digunakan untuk menghitung frekuensi curah hujan berdasarkan periode ulang yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel Tipe I. Periode ulang (*return period*) merupakan selang waktu rata-rata yang diharapkan terjadi antara dua peristiwa yang berurutan (Chow et.al., 1988).

a. Distribusi Normal

Persamaan Distribusi Normal adalah sebagai berikut:

$$X_T = X_{av} + (K_T \times S)$$

$$K_T = \frac{X_T - X_{av}}{S}$$

Keterangan:

- X_T = Perkiraan curah hujan periode ulangan (mm)
- X_{av} = Rata-rata curah hujan (mm)
- K_T = Faktor frekuensi
- S = Standard deviasi curah hujan

Nilai Faktor frekuensi K_T dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Faktor frekuensi (K_T) untuk Distribusi Normal

N o.	Periode Ulang (Tahun)	Probabilita s	K_T
1	1.001	0.999	-3.05
2	1.050	0.995	-1.64
3	1.25	0.800	-0.84
4	2	0.500	0
5	2.5	0.400	0.25
6	3.33	0.300	0.52
7	4	0.250	0.67
8	5	0.200	0.84
9	10	0.100	1.28
10	20	0.050	1.64
11	50	0.020	2.05
12	100	0.010	2.33
13	200	0.005	2.58
14	500	0.002	2.88
15	1000	0.001	3.09

Sumber: Suripin (2004), Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan

Hasil perhitungan perkiraan curah hujan menggunakan Distribusi Normal menunjukkan bahwa curah hujan 93 mm/hari mempunyai periode ulang 2 tahun, curah hujan 120 mm/hari mempunyai periode ulang 25 tahun, dan curah hujan 128 mm/hari terjadi dengan periode ulang 100 tahun. Hasil perhitungan perkiraan curah hujan menggunakan Distribusi Normal dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Perkiraan curah hujan periode ulang menggunakan Distribusi Normal

N o.	Periode Ulang (Tahun)	K _T	S	X _{av} (mm)	X _T (mm)
1	2	0	1	93	93
2	5	.84	4.99	.31	106
3	10	.28	4.99	.31	112
4	20	.64	4.99	.31	118
5	25	.75	4.99	.31	120
6	50	.05	4.99	.31	124
7	100	.33	4.99	.31	128

b. Distribusi Log-Normal

Distribusi Log-Normal menggunakan Koefisien Kemencengan/Skewness (Cs)=0. Persamaan Distribusi Log Pearson III:

$$\log X_T = \log X_{av} + (K_T \times S)$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan curah hujan periode ulangan (mm)

X_{av} = Curah hujan rata-rata (mm)

K_T = Faktor frekuensi

S = Standar deviasi log X

Hasil perhitungan distribusi Log-Normal menunjukkan bahwa curah hujan 92 mm/hari mempunyai periode ulang 2 tahun dan curah hujan 134 mm/hari mempunyai periode ulang 100 tahun.

Tabel 5. Perkiraan curah hujan tahun berkala menggunakan Distribusi Log Normal

N o.	Periode Ulang (Tahun)	K _T	S _{log R}	K _{T x S}	log X _T	X _T (mm)
1	2	0	.07	.00	.96	92
2	5	.84	.07	.06	.92	106
3	10	.28	.07	.09	.85	112
4	20	.64	.07	.11	.80	118
5	25	.75	.07	.12	.79	120
6	50	.05	.07	.14	.71	124
7	100	.33	.07	.16	.63	128

c. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III atau yang sering disebut Distribusi Gamma masih digunakan dalam hidrologi. Persamaan Distribusi Log Pearson III adalah sebagai berikut: (Bedient, P.B, dkk, 2008)

$$\log X_T = \log X_{av} + (K_T \times S)$$

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X_{av})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X_{av})^2}{n-1}}$$

Keterangan:

X_T = Perkiraan curah hujan periode ulangan (mm)

X_{av} = Curah hujan rata-rata (mm)

K_T = Faktor frekuensi untuk

Distribusi tergantung pada Koefisien Kemencengan (Cs)

Cs = Koefisien Kemencengan

S = Standar deviasi

n = Jumlah data

Apabila jumlah data kurang dari 100, maka nilai Koefisien Kemencengan (Cs) dikalikan dengan faktor yang dihitung menggunakan persamaan di bawah ini. Bila jumlah data lebih dari 100, maka nilai Cs tidak perlu dikalikan dengan faktor berikut. (Foster dalam Patra, 2008)

$$Factor = 1 + \frac{8.5}{n}$$

Hasil perhitungan perkiraan curah hujan menggunakan Distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Perkiraan curah hujan periode ulang menggunakan Distribusi Log Pearson III

N o.	T _R	K _T	X _T
1		-	
	2	0.047	93
2	5	0.825	106
3	10	1.304	115
4	20	1.655	121
5	25	1.830	125
6	50	2.181	132
7	100	2.503	139

d. Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Gumbel umum digunakan untuk menganalisa nilai ekstrim dari data hidrologi dan meteorologi seperti banjir dan curah hujan maksimum. Persamaan Distribusi Gumbel Tipe I: (Patra, 2008)

$$X_T = X_{av} + (K_T \times S)$$

$$K_T = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n}$$

$$Y_{Tr} = -\ln\{-\ln\left(\frac{T_r - 1}{T_r}\right)\}$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan perkiraan (mm)

X_{av} = Curah hujan rata-rata (mm)

Y_T = Koefisien Distribusi Gumbel

Y_n = Rata-rata reduksi, tergantung jumlah data

S = Standar deviasi

S_n = Standar deviasi reduksi, tergantung jumlah data

n = Jumlah data

Adapun Nilai Y_n dan S_n untuk Distribusi Gumbel Tipe I disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7. Nilai Y_n dan S_n Distribusi Gumbel

n (jumlah data)	Y _n	S _n
1	0.3665	0
2	0.4043	0.4984
3	0.4286	0.6435
4	0.4458	0.7315
5	0.4588	0.7928
6	0.4690	0.8388
7	0.4773	0.8749
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9496
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.5069	0.9971
14	0.5100	1.0095
15	0.5128	1.0206

Sumber. Suripin (2004), Sistem Drainase

Perkotaan yang Berkelanjutan

Jumlah data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 13 data sehingga dalam perhitungan menggunakan Y_n= 0,51, S_n= 1,00 dan curah hujan rata-rata 93 mm/hari. Hasil analisa curah hujan menunjukkan bahwa curah hujan maksimum 91 mm/hari mempunyai periode ulang 2 tahun dan curah hujan maksimum 155 mm/hari terjadi setiap 100 tahun.

Tabel 8. Curah hujan periode ulang

No	Periode ulang (tahun)	Y t	X _T (mm)
1	2	0 .37	91
2	5	1 .50	108
3	10	2 .25	119
4	20	2 .97	130
5	25	3 .20	133
6	50	3 .90	144
7	100	4 .60	155

Hasil uji kecocokan Smirnov Kolmogorov menunjukkan bahwa perbedaan maksimum yang terkecil adalah distribusi Gumbel yaitu 14,29 sedangkan nilai perbedaan maksimum untuk Distribusi Normal 17,50, Distribusi Log Normal 20,14 dan Distribusi Log Pearson 17,71. Dengan demikian, curah hujan periode ulang yang digunakan adalah frekuensi hujan dari Distribusi Gumbel.

Tabel 9. Hasil Uji Kecocokan Smirnov Kolmogorov

n (jumlah data)	Nilai Δmax dengan tingkat kepercayaan 5%			
	Normal	Log-normal	Log Pearson III	Gumbel
1	1.64	9.86	10.86	1.34
2	7.71	17.51	17.71	13.71
3	0.57	10.37	10.57	6.57
4	4.57	3.23	1.43	0.57
5	10.71	3.91	5.71	3.71
6	11.86	6.86	10.86	4.86
7	17.50	14.00	9.00	7.15
8	17.14	20.14	13.14	14.29
9	9.21	1.29	8.71	9.71
10	8.57	4.57	9.07	6.87
11	6.93	10.43	7.43	3.93
12	5.09	8.79	4.29	1.21
13	1.94	4.84	0.86	2.86

Berdasarkan perhitungan frekuensi curah hujan Distribusi Gumbel, curah hujan 110 mm/hari yang menyebabkan banjir pada Februari 2013 mempunyai periode ulang 5 tahun, artinya bahwa kemungkinan terjadinya curah hujan yang sama atau lebih besar dari 110 mm/hari untuk setiap tahunnya sebesar 6,0 %. Untuk curah hujan sebesar 155 mm/hari dengan periode ulang 100 tahun memiliki pengertian bahwa kemungkinan terjadinya curah hujan sama dengan atau lebih besar dari 155 mm/hari setiap tahunnya sebesar 0,4 %.

Pada Maret 2018 berselang sebulan dari Februari 2018 yang merupakan periode ulang 5 tahun curah hujan 110 mm/hari tercatat terjadi lagi banjir di Gedongtataan. (Kupastuntas.com/2018/03/11).

Sutopo dalam studi penelitiannya menyatakan bahwa curah hujan yang tinggi telah menyebabkan terjadinya banjir di Jakarta. Banjir terjadi mulai tanggal 27 Januari 2002 hingga 1 Februari 2002. Selain karena curah hujan dengan intensitas yang besar dan durasi lama, banjir juga terjadi karena sistem pengelolaan sumber daya air terutama air permukaan yang tidak baik. Hal ini menyebabkan drainase dan infrastruktur pengendali banjir tidak mampu mengalirkan limpasan air hujan sehingga banjir terjadi. (Sutopo, 2002)

Ningsih dalam studi penelitiannya menyimpulkan bahwa curah hujan dan air pasang yang tinggi menyebabkan banjir terjadi di Palembang. Banjir tersebut terjadi di bagian hulu Palembang yaitu pada Saluran Durian dan Saluran Propitan dengan luas mencapai 245 Hektar. (Ningsih, 2014)

Selain faktor curah hujan yang tinggi, banjir di Gedongtataan juga disebabkan karena infrastruktur dan lingkungan yang tidak mendukung. Banjir di Jalan Ahmad Yani Gedongtataan pada Februari 2013 misalnya terjadi dikarenakan drainase

tidak mampu menampung air limpasan hujan dari sekitarnya. Banjir juga kerap kali terjadi di sekitar bantaran Sungai Way Semah Gedongtataan akibat tidak adanya talud sepanjang sungai tersebut sehingga air meluap ke daerah sekitarnya.

Hasil analisis frekuensi curah hujan maksimum metode Gumbel dapat dimanfaatkan dalam merancang drainase sebagai salah satu cara mitigasi banjir ke depannya.

KESIMPULAN

Banjir di Gedongtataan sering kali terjadi pada bulan Januari, Februari, dan Desember pada saat curah hujan tinggi. Curah hujan harian tertinggi penyebab banjir sebesar 118 mm/hari dan berdasarkan hasil analisa frekuensi hujan, curah hujan maksimum mencapai 155 mm/hari dengan periode ulang 100 tahun. Selain faktor curah hujan, ketidakmampuan drainase dalam mengalirkan air limpasan hujan dan kurangnya infrastruktur pengendali banjir lainnya seperti talud menyebabkan banjir terjadi.

Hasil perhitungan frekuensi curah hujan maksimum dari penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan dalam merancang drainase di Gedongtataan. Sebagai contoh, curah hujan periode ulang 2 tahun dapat dimanfaatkan untuk mendisain drainase di daerah perumahan, curah hujan periode ulang 20 tahun digunakan untuk mendisain drainase di daerah dengan luas lebih dari 100 Ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada para dosen pembimbing baik dari IHE Delft Belanda maupun Universitas Sriwijaya yang telah memberikan waktu, bimbingan dan dukungannya

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Masgar Tegineneng. 2015. *Data Hujan Harian tahun 2002-2014*. Bandar Lampung.
- BBWS Mesuji Sekampung. 2015. *Data Curah Hujan 2002-2006, 2009-2014*. Bandar Lampung.
- Bedient, P. B., Wayne C. Huber, & Baxter E. Vieux. (2008). *Hydrology and Floodplain Analysis* (4th ed.). United States: Prentice-Hall, Inc.
- Booth, D. B, 1991. Urbanization and The Natural Drainage System - Impacts, Solutions, and Prognoses. *The Northwest Environmental Journal* , 7 (1991), 93 - 118.
- Chow V.T., D.R. Maidment and L.W. Mays. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw Hill Book Company, New York.
- De Laat, P.J.M dan Savenije H.H.G., 1992, *Hydrology, Lecture Notes, UNESCO-IHE Delft, Belanda*
- EXCIMAP. (2007). *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*. https://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/pdf/handbook_goodpractice.pdf (diakses 20 Desember 2015)
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2003. *Panduan dan Petunjuk Praktis Pengelolaan Drainase Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum
- Konrad, C. 2003. *Effects of Urban Development on Floods*. U.S. Geological Survey, U.S. Department of the Interior. <http://pubs.usgs.gov/fs/fs07603/>.
- Manik, T.K., dkk. 2017. *Resiko Bencana; Kajian Kerentanan, Kapasitas dan Pemetaan Risiko Bencana Akibat Perubahan Iklim*. Mobius, Yogyakarta.
- Maria C, (2017). *Analisis Sektor Potensial dan Transformasi Struktural di Provinsi Kalimantan Tengah Tahun*

- 2010 – 2016. *Jurnal Inovasi Pembangunan* Volume 05 No. 3.
- Muhtarom, S. (2018). *Bangunan Analisis Indeks Desa Untuk Mengetahui Perkembangan Desa Di Kecamatan Gadingrejo Kabupaten Pringsewu*. *Jurnal Inovasi Pembangunan* Volume 06 No. 2.
- Ningsih, 2014. *Urban Drainage Management System in Sport and Ecotourism Centre of Jakabaring, Palembang City, South Sumatra, Indonesia* (Unpublished Thesis). UNESCO-IHE Institute for Water Education. Delft
- Nurgoho, S.P. 2002. *Evaluasi dan Analisis Curah Hujan sebagai Faktor Penyebab Bencana Banjir Jakarta*. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* Vol.3, No. 2, 2002, 91-97
- O'Connor, P.D.T and Kleyner, A. 2012. *Practical Reliability Engineering (Fifth Edition)*, John Wiley & Sons, Ltd. available from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119961260.app3/pdf>
- Parkinson, J. 2003. *Drainage and Stormwater Management Strategies for Low-Income Urban Communities. Environment and Urbanization*.
- Patra, K. C. 2008. *Hydrology and Water Resources Engineering* (second ed.). Alpha Science International Ltd, Oxford, U.K.
- Rahayu, dkk. 2009. *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung: Pusat Mitigasi Bencana (PMB-ITB)
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI, Yogyakarta.
- Sutopo. 2002. *Evaluasi dan Analisis Curah Hujan sebagai Faktor Penyebab Banjir Jakarta*. *Jurnal Sains dan Teknologi Modifikasi Cuaca*. Vol.3, No.2, 2002, 91-97
- Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan* (second ed.). Beta Offset, Yogyakarta.
- O, Yuksek, Kankal M, & Ucuncu O, 2013. *Assessment of big floods in the Eastern Black Sea Basin of Turkey. Environ Monit Assess, 185, 797 - 814.*
<http://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx/101/floods/>. (diakses 21 Desember 2015)
- <http://www.susdrain.org/delivering-suds/using-suds/background/sustainable-drainage.html>, (diakses 30 Oktober, 2015)
- <http://pusatkrisis.kemkes.go.id/Banjir-di-PESAWARAN-LAMPUNG-21-02-2017-44> (diakses 31 Maret 2020)
- <https://www.saibumi.com/artikel-74507-gedongtataan-kebanjiran-warga-anggap-siklus-12-tahunan.html> (diakses 31 Maret 2020)
- <https://www.kupastuntas.com/2018/03/11/jembatan-way-semah-gedongtataan-hanyut--diterjang-banjir> (diakses 30 Maret 2020)
- <https://www.idepfoundation.org/images/idep/downloads/key-documents-and-licenses/idep-annual-report-2017.pdf> (diakses 30 Maret 2020)