

## Program Analisis Frekuensi Besaran Rancangan Bangunan Air Berbasis Website

**Ginanjari Dwi Prasetyo\***

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Daerah Istimewa Yogyakarta,  
Email: ginanjari@student.janabadra.ac.id

**Nizar Achmad**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Email: nizar\_achmad@janabadra.ac.id

**Titiek Widayarsi**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Daerah Istimewa Yogyakarta  
Email: titiekwidayarsi@janabadra.ac.id

### Abstrak

Rancangan bangunan air memiliki perhitungan yang panjang. Analisis frekuensi merupakan salah satu dari perhitungan tersebut. Teknologi yang telah berkembang perlu dimanfaatkan guna mempermudah proses perhitungan tersebut. Sebuah website adalah salah satu pemanfaatan teknologi yang lebih efisien untuk analisis frekuensi, terlebih bila dibandingkan dengan perhitungan manual. Data yang digunakan untuk analisis adalah data hujan harian 11 stasiun kabupaten Sleman dari tahun 2004 hingga 2018. Analisis data dilakukan dengan membandingkan perhitungan menggunakan Microsoft Excel dengan bahasa pemrograman PHP: Hypertext Preprocessor. Penelitian ini menghasilkan web analisis frekuensi besaran rancangan yang mampu melakukan perhitungan pilihan distribusi, uji Chi Kuadrat, uji Smirnov-Kolmogorov, dan besaran rancangan pada periode ulang tertentu (2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun). Program memiliki tingkat ketelitian yang tinggi dengan rata-rata kesalahan relatif senilai 0,049. Namun, ada kesalahan relatif yang cukup signifikan pada distribusi Log Pearson III tepatnya pada uji Smirnov-Kolmogorov dengan nilai kesalahan relatif mencapai 4,155. Keterbatasan lain dari situs ini ialah input data yang berupa angka dan penggunaan titik (.) sebagai penanda desimal guna menghindari kesalahan perhitungan yang terjadi. Situs web ini dapat digunakan secara umum menggunakan data curah hujan atau debit daerah penelitian yang rencanakan.

**Kata-kata Kunci:** Analisis frekuensi, besaran rancangan, distribusi hujan, PHP: hypertext preprocessor, website

### Abstract

The design of hydraulic structures involves extensive calculations, one of that is frequency analysis. The advancement of technology should be leveraged to facilitate these calculations. A website serves as an efficient application of technology for frequency analysis, especially when compared to manual calculations. The data used for this analysis consists of daily rainfall data from 11 stations in Sleman Regency from 2004 to 2018. The data analysis was conducted by comparing calculations using Microsoft Excel and the PHP: Hypertext Preprocessor programming language. This research resulted in a web-based frequency analysis tool capable of performing calculations for distribution selection, Chi-Square test, Smirnov-Kolmogorov test, and design magnitude for specific return periods (2, 5, 10, 20, 25, 50, and 100 years). The program demonstrates a high degree of accuracy, with an average relative error of 0.049. However, there is a significant relative error in the Log Pearson III distribution, particularly in the Smirnov-Kolmogorov test, where the relative error reaches 4.155. Another limitation of this website is the input format, which requires numerical data with a period (.) as a decimal separator to avoid calculation errors. This website can be generally used with rainfall or discharge data from the study area being planned.

**Keywords:** Frequency analysis, design magnitude, rain distribution, PHP: hypertext preprocessor, website

### 1. Pendahuluan

Sebuah rancangan bangunan air memiliki perhitungan yang panjang. Salah satu bagian dari perhitungan tersebut adalah analisis frekuensi. Analisis frekuensi merupakan pendekatan untuk menghitung

kemungkinan terjadinya suatu peristiwa hidrologi, seperti debit atau curah hujan rancangan. Informasi ini menjadi landasan penting dalam perencanaan hidrologi, membantu mempersiapkan diri terhadap berbagai potensi kejadian di masa depan (Arbaningrum, 2015).

\* Penulis Korespondensi: ginanjari@student.janabadra.ac.id

Kejadian hujan merupakan proses stokastik, sehingga untuk keperluan analisis dan menjelaskan proses stokastik tersebut digunakan teori probabilitas dan analisis frekuensi (Upomo & Kusumawardani, 2016). Jenis sebaran atau distribusi diperoleh dari analisis frekuensi. Menemukan distribusi probabilitas yang paling cocok untuk curah hujan harian maksimum tahunan memiliki implikasi praktis dan teoritis yang kuat, karena pilihan yang salah dapat menyebabkan (*under*) *oversizing* komponen utama struktur hidrolik (misalnya, tanggul), atau kuantifikasi yang sangat tidak pasti dari keamanan struktural (De Michele & Avanzi, 2018). Jadi, dalam perhitungan perancangan bangunan air diperlukan ketepatan perhitungan analisis frekuensi.

Perkembangan teknologi semakin maju, hal ini ditunjukkan dengan macam macam penemuan atau alat yang canggih baru. Keberadaan teknologi dapat memudahkan dan meringankan pekerjaan manusia. Hal ini seperti contohnya, pemanfaatan bahasa pemrograman diberbagai bidang ilmu. Di teknik sipil, bahasa pemrograman dimanfaatkan untuk bermacam macam perhitungan atau perencanaan sebuah bangunan. Namun, untuk perhitungan analisis frekuensi belum ada atau penulis belum menemukan pemanfaatan teknologi, dalam hal ini bahasa pemrograman.

Perkembangan pemrograman berbasis *website* dapat digunakan untuk analisis frekuensi curah hujan. Jadi, perhitungan yang tadinya masih menggunakan manual dapat dilakukan secara otomatis. Sehingga, diwaktu mendatang bisa memudahkan setiap orang untuk mengakses, mendapatkan hasil perhitungan secara daring, efisien, tepat dan mempersingkat waktu

perhitungan hanya dalam beberapa detik atau setidaknya beberapa menit.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian ini sebagai berikut.

- Bagaimana mempermudah dan mempercepat perhitungan analisis frekuensi besaran rancangan?
- Bagaimana menganalisis frekuensi besaran rancangan dengan menggunakan bahasa pemrograman serta bagaimana batasan dan akurasinya?

## 3. Metode Penelitian

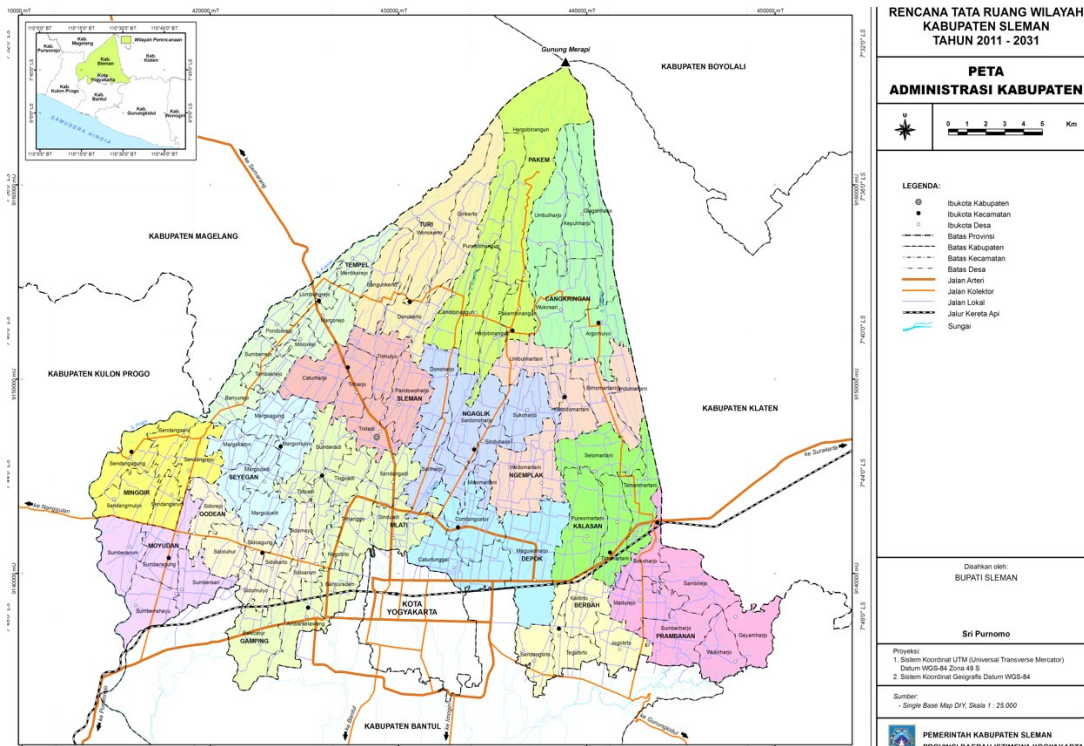
### 3.1 Lokasi penelitian

Lokasi penelitian berada di kabupaten Sleman, provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pertimbangan pemilihan lokasi tersebut dikarenakan kabupaten Sleman ialah hulu dari sungai-sungai besar yang ada di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta serta faktor ketersediaan data, terutama data hujan juga menjadi hal yang diperhatikan.

### 3.2 Tahapan penelitian

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Studi literatur digunakan untuk mempermudah dalam menyelesaikan masalah-masalah atau sebagai pedoman dalam penelitian.
- Data hujan harian tahunan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya

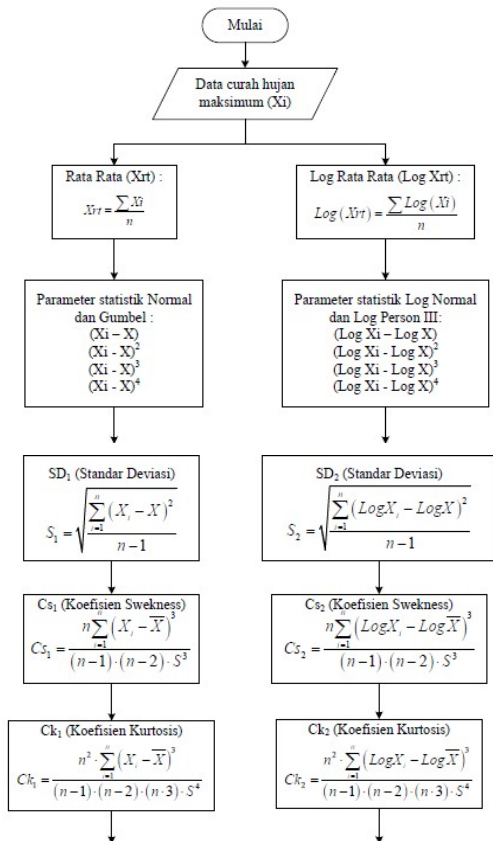


Gambar 1. Lokasi penelitian  
Sumber: (Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sleman, n.d.)

Mineral, Daerah Istimewa Yogyakarta disortir berdasarkan nilai maksimum disetiap stasiun mengikuti tanggal dimana terjadi hujan harian terbesar.

- c. Hasil sortir akan menunjukkan data yang perlu diambil, yaitu curah hujan harian tahunan maksimum di setiap stasiun hujan.
- d. Menjumlahkan hasil perkalian antara curah hujan harian tahunan maksimum (CH) dengan koefisien luas di setiap stasiun hujan.
- e. Didapatkan CH maksimum yang perlu disortir berdasarkan nilai terkecil ke nilai terbesar.
- f. Analisis curah hujan rata-rata tahunan maksimum dengan metode Poligon Thiessen.
- g. Analisis frekuensi curah hujan, seperti parameter statistik, penentuan distribusi, uji distribusi Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov serta kala ulang hujan rancangan dengan metode Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Person III, menggunakan:
  - 1) Microsoft Excel, dan
  - 2) Bahasa pemrograman PHP.
- h. Validasi/perbandingan selisih hasil antara perhitungan pemrograman PHP dengan perhitungan menggunakan Microsoft Excel.
- i. Diperoleh hasil validasi dan data, berupa pilihan distribusi hujan, uji distribusi serta kala ulang curah hujan rancangan.

Bagan perhitungan *website* analisis frekuensi besaran rancangan dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3** berikut.



Gambar 2. Bagan perhitungan pada *website*

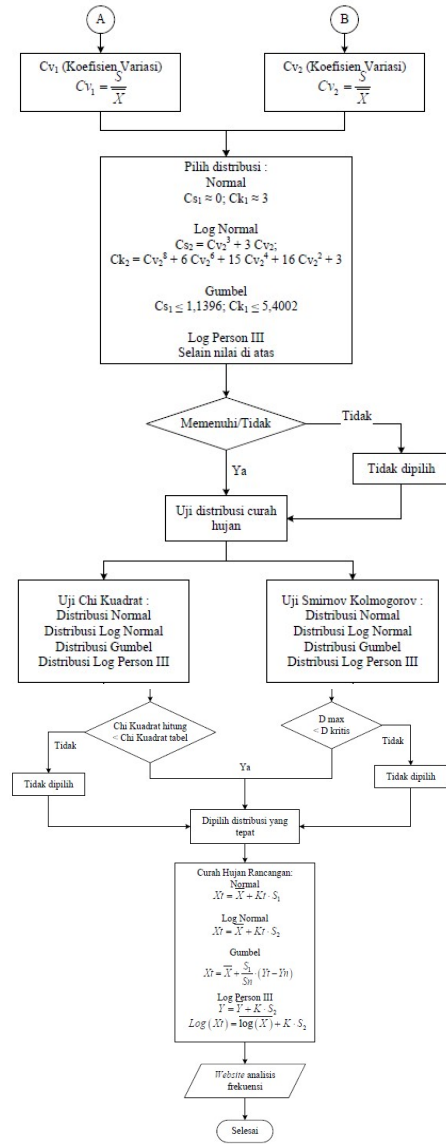
## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hujan kawasan

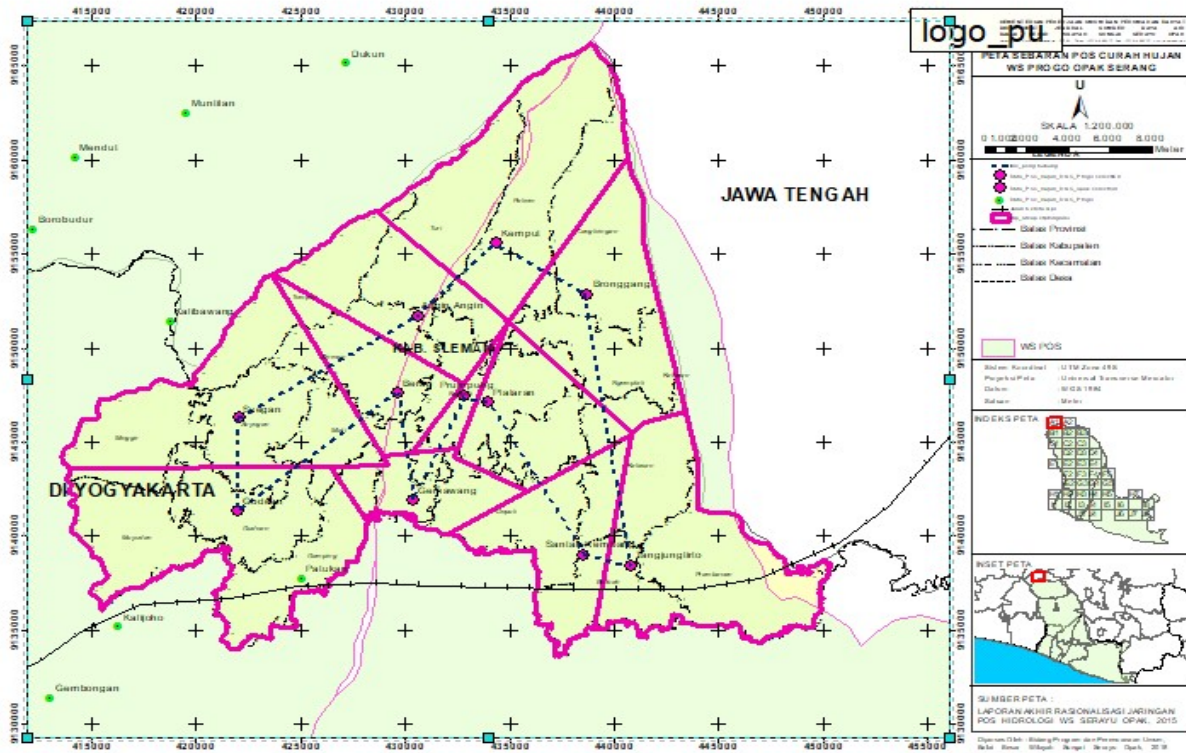
Perhitungan hujan kawasan kabupaten Sleman dilakukan menggunakan metode *Poligon Thiessen*, untuk mendapatkan luas kawasan dan koefisien setiap stasiun hujan didapat dengan menggunakan software ArcGIS untuk pemodelannya. **Gambar 4** memperlihatkan daerah Kabupaten Sleman yang telah dibagi luasan daerah yang mempengaruhi stasiun hujan berdasarkan metode *Poligon Thiessen*.

**Tabel 1** menunjukkan perhitungan koefisien luas dari setiap stasiun di Kabupaten Sleman. Jumlah stasiun yang digunakan adalah 11 stasiun dengan luas total 575,98 km<sup>2</sup>. Luasan tiap stasiun diperoleh dari pemodelan menggunakan ArcGIS seperti ditunjukkan pada **Gambar 4**.

Berdasarkan luas stasiun dan koefisien, dapat dihitung curah hujan tahunan rata-rata maksimum. Hasilnya



Gambar 3. Bagan perhitungan pada *website* (lanjutan)



Gambar 4. Peta wilayah stasiun hujan Kabupaten Sleman

seperti ditunjukkan Tabel 2 menggunakan data hujan tahun 2004-2018, sebagai berikut.

## 4.2. Analisis frekuensi

### 4.2.1 Microsoft Excel

Perhitungan statistik merupakan awal dari pilihan distribusi. Nilai dari koefisien Skewness, Kurtosis, dan Variasi diperoleh melalui tahapan ini. Program Microsoft Excel yang digunakan merupakan program dari Analisis Frekuensi oleh (Kurniawan, 1998). Perhitungan statistik pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Metode distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Person III memiliki kriteria atau syarat dalam pemenuhan pilihan distribusi curah hujan. Syarat Distribusi Normal yaitu nilai Cs mendekati nol dan nilai Ck mendekati nol. Distribusi Log Normal memiliki syarat  $Cs = Cv^3 + 3 Cv$  dan  $Ck = Cv^8 + 6 Cv^6$

Tabel 1. Koefisien thiennes

No	Stasiun	Luas (km <sup>2</sup> )	Koefisien (C)
1	Angin-angin	46,44	0,0806
2	Prumpung	7,09	0,0123
3	Gemawang	24,19	0,0420
4	Beran	31,37	0,0545
5	Kemput	86,15	0,1496
6	Tanjung Tirta	71,44	0,1240
7	Santan	41,28	0,0717
8	Bronggang	60,82	0,1056
9	Sayegan	79,75	0,1385
10	Plataran	39,41	0,0684
11	Godean	88,03	0,1528
Total		575,98	1

+15 Cv<sup>4</sup> + 16 Cv<sup>2</sup> + 3. Distribusi Gumbel mempunyai kriteria Cs sama dengan 1,14 dan Ck samadengan 5,4. Serta, syarat Distribusi Log Person III merupakan nilai selain yang ditunjukkan distribusi lainnya. Berikut hasil perhitungan pilihan distribusi sesuai kriteria, ditunjukkan pada Tabel 4.

Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov merupakan pengujian yang dilakukan untuk memastikan apakah jenis distribusi hujan yang dipilih cocok dan dapat diterima. Nilai Chi Kuadrat hitung harus lebih kecil dibandingkan dengan Chi Kritik (tabel). Begitupula untuk nilai Do maks uji Smirnov Kolmogorov harus lebih kecil dibandingkan Do kritik (tabel).

Analisis frekuensi pada penelitian ini menghasilkan nilai besaran rancangan. Nilai tersebut dapat digunakan sebagai dasar perhitungan selanjutnya, seperti *intensity*

Tabel 2. Curah hujan tahunan rata-rata maksimum

No	Tahun	CH (mm)
1	2009	27,65723041131
2	2011	29,35612618713
3	2010	31,88349566818
4	2007	32,74956160911
5	2013	42,56435231002
6	2006	43,54603364759
7	2008	53,09857631474
8	2012	62,12436411619
9	2014	67,27259232252
10	2015	67,89102036564
11	2004	68,88378214143
12	2005	71,72223726930
13	2016	74,20673819817
14	2018	75,66161432019
15	2017	155,62799451360

Tabel. 3 Perhitungan statistik curah hujan kabupaten Sleman

m	P = m/(N+1)	Tahun	CH (mm)	Ln CH (mm)
1	0,063	2010	27,657	3,320
2	0,125	2011	29,356	3,380
3	0,188	2009	31,883	3,462
4	0,250	2007	32,750	3,489
5	0,313	2008	42,564	3,751
6	0,375	2013	43,546	3,774
7	0,438	2006	53,099	3,972
8	0,500	2004	62,124	4,129
9	0,563	2018	67,273	4,209
10	0,625	2012	67,891	4,218
11	0,688	2015	68,884	4,232
12	0,750	2016	71,722	4,273
13	0,813	2014	74,207	4,307
14	0,875	2005	75,662	4,326
15	0,938	2017	155,628	5,047
Jumlah Data	=		15	15
Nilai Rerata (Mean)	=		60,283	3,993
Standar Deviasi	=		31,699	0,466
Koefisien Skewness	=		1,960	0,378
Koefisien Kurtosis	=		5,615	0,342
Koefisien Variasi	=		0,526	0,117
Nilai Tengah	=		60,283	3,993

duration frequency maupun debit banjir rancangan. Hasil perhitungan besaran rancangan dapat dilihat pada Tabel 7.

#### 4.2.2 PHP: Hypertext Preprocessor

Pada penelitian ini, PHP: *Hypertext Preprocessor* atau PHP merupakan bahasa pemrograman yang digunakan untuk dasar membangun sebuah *website* perhitungan analisis frekuensi curah hujan. Tahap penggunaan *website* adalah sebagai berikut.

- Membuka peramban internet, seperti misalnya Chrome/Mozilla/Opera/semacamnya.
- Buka domain *website* yaitu <https://frequency-analysis.thedev.pp.ua/>.
- Setelah *website* terbuka, klik tombol “Start” untuk memulai.
- Lalu, tuliskan jumlah data (n tahun) dan klik “Submit” untuk lanjut atau “Reset” untuk menghapus *input* n data (minimal n = 15).
- Kemudian, *input* data yang dimiliki sejumlah n tahun data.

Tabel. 5 Hasil chi kuadrat

Distribusi	Chi Kuadrat	Chi Kritik (Tabel)	Keterangan
Normal	2,667	5,991	Diterima
Log Normal	8,667	5,991	Diterima
Gumbel	5,333	5,991	Diterima
Log Person III	8,667	5,991	Diterima

Tabel. 6 Hasil uji Smirnov Kolmogorov

Distribusi	Do Maks	Chi Kritik (Tabel)	Keterangan
Normal	0,189	0,34	Diterima
Log Normal	0,116	0,34	Diterima
Gumbel	0,135	0,34	Diterima
Log Person III	0,137	0,34	Diterima

Tabel. 4 Pilih distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs = 1,960 Ck = 5,615	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3 Cv = 0,352 Ck = Cv <sup>8</sup> + 6 Cv <sup>6</sup> +15 Cv <sup>4</sup> + 16 Cv <sup>2</sup> +3 = 3,221	Cs = 0,378 Ck = 0,342	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Cs = 1,960 Ck = 5,615	Tidak Memenuhi
Log Person III	Selain nilai diatas		Memenuhi

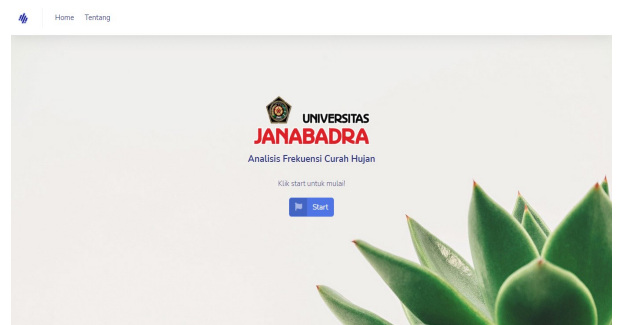
- Pastikan data yang dimasukkan menggunakan angka dan titik (.) sebagai pemisah desimal.
- Klik tombol “Submit” paling bawah setelah data dimasukkan semua.

Keluaran yang diperoleh dari website ini yaitu berupa hasil perhitungan parameter statistik, pilih distribusi, uji kecocokan distribusi, serta curah hujan rancangan. Berikut adalah keluaran dari data hujan kabupaten Sleman tahun 2004 - 2018 berdasarkan 11 stasiun hujan.

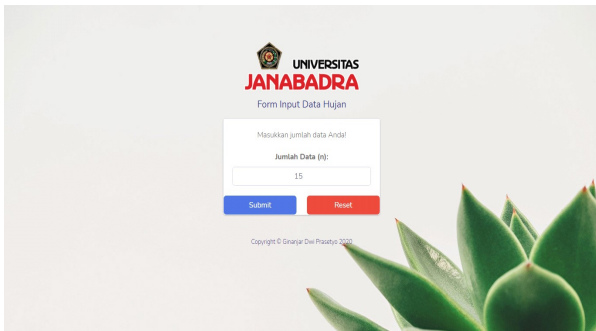
Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa distribusi Normal, distribusi Log Normal, dan distribusi Gumbel tidak memenuhi. Maka, terpilih distribusi Log Person III sebagai pilihan yang cocok sesuai parameter yang ada. Hasil akhir *website* dalam perhitungan analisis frekuensi dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel. 7 Besaran rancangan

Kala Ulang (tahun)	Besaran Rancangan (mm)			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Person III
2	60,2830	48,9105	53,8756	52,6389
5	86,9099	73,0457	90,9412	79,3596
10	100,8573	97,5383	114,2508	100,0840
20	112,2688	130,8523	136,6069	119,0434
25	114,4348	144,3168	141,4298	129,8302
50	125,2652	195,4222	165,5444	154,7752
100	134,1408	270,8685	187,2297	182,1666



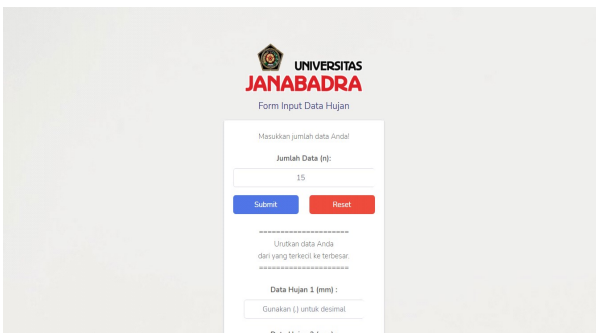
Gambar 5. Tangkapan layar laman depan



Gambar 6. Tangkapan layar input n data

Tabel 8. Pilih distribusi hujan

Distribusi	Parameter Statistik	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Cs = 1,9596 Ck = 5,6146	Tidak Memenuhi
Log Normal	Cs = Cv <sup>3</sup> + 3 Cv = 1,7229 Ck = Cv8 + 6 Cv6 + 15 Cv4 + 16 Cv2 + 3 = 8,7034	Cs = 0,3780 Ck = 0,3425	Tidak Memenuhi
Gumbel	Cs = 1,1396 Ck = 5,4002	Cs = 1,9596 Ck = 5,6146	Tidak Memenuhi
Log Person Tipe III	Selain nilai di atas		Memenuhi



Gambar 7. Tangkapan layar input data hujan

Tabel 9. Besaran rancangan

Kala Ulang (tahun)	Besaran Rancangan			
	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Person III
2	60,2830	48,9105	53,8756	52,6389
5	86,9099	73,0457	90,9412	79,3596
10	100,8573	97,5383	114,2508	100,0840
20	112,2688	130,8523	136,6069	119,0434
25	114,4348	144,3168	141,4298	129,8302
50	125,2652	195,4222	165,5444	154,7752
100	134,1408	270,8685	187,2297	182,1666

## Kesimpulan

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Produk pemrograman penelitian ini yaitu *website* analisis frekuensi yang dapat memudahkan dan

mempercepat perhitungan besaran rancangan menggunakan data hujan ataupun debit berbagai wilayah yang menghasilkan hasil olahan dengan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100 tahun. *Website* dapat diakses secara terbuka melalui alamat domain yang ada.

2. Tingkat ketelitian keluaran perhitungan program tinggi dengan nilai kesalahan relatif rata-rata hingga 0,049.
3. Terdapat kesalahan relatif signifikan terjadi pada hitungan uji Smirnov Kolmogorov Log Person III yaitu 4,155. Serta data yang digunakan untuk masukkan harus berupa angka dan titik (.) sebagai pemisah desimal.

## Daftar Pustaka

- Amin, M. T., Rizwan, M., & Alazba, A. A. (2016). *A best-fit probability distribution for the estimation of rainfall in northern regions of Pakistan*. *Open Life Sciences*, 11(1), 432–440. <https://doi.org/10.1515/biol-2016-0057>
- Aprianto, S. G. (n.d.). *Panduan Praktis Pemrograman PHP untuk Pemula*.
- Arbaningrum, R. (2015). *Hidrologi CIV202*. Universitas Pembangunan Jaya.
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sleman. (n.d.). *Peta peta*. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Sleman. Retrieved October 22, 2020, from <https://bappeda.slemankab.go.id/peta-tata-guna-lahan>
- Basuki, ., Winarsih, I., & Adhyani, N. L. (2009). *Analisis Periode Ulang Hujan Maksimum dengan Berbagai Metode*. *Agromet*, 23(2), 76. <https://doi.org/10.29244/j.agromet.23.2.76-92>
- De Michele, C., & Avanzi, F. (2018). *Superstatistical distribution of daily precipitation extremes: A worldwide assessment*. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31838-z>
- Ferguson, T. S. (n.d.). *JavaScript - Normal Distribution Function*. *UCLA Department of Mathematics*. Retrieved November 10, 2020, from <https://www.math.ucla.edu/~tom/distributions/normal.html>
- Flores, A. (2016). *Implementation of the function NORMSINV of EXCEL in PHP*. GitHub. <https://gist.github.com/alejandروفloresm/84d65e67de66a56e90c3db2a28d5fda1>
- Haryono, A. T. E., & Erdianto, F. (2008). *Perencanaan Jaringan Drainase Sub Sistem Bandarharjo Barat*. Universitas Diponegoro.
- Ismail, M. R., Setyanto, & Zakaria, A. (2015). *Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi Footplate*

dengan Menggunakan PHP Script. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(3), 483–492.

- Koeda, M. (2010). *File Source for Functions.php*. Osaka University. [http://www.osakac.ac.jp/labs/koeda/tmp/phpexcel/Documentation/API/\\_filesource/fsource\\_PHPExcel\\_Calculation\\_PHPExcelCalculationFunctions.php.html#a4515](http://www.osakac.ac.jp/labs/koeda/tmp/phpexcel/Documentation/API/_filesource/fsource_PHPExcel_Calculation_PHPExcelCalculationFunctions.php.html#a4515)
- Kurniawan, A. (1998). *Analisis Frekuensi dalam Bidang Sumber Daya Air dengan Menggunakan Program Excel Visual Basic for Application*. Universitas Gajah Mada.
- Magnusson, P. (2011). *Compute the quantile function for the normal distribution. - like Excel NORMINV*. GitHub. <https://gist.github.com/kmpm/1211922/a32bf34abad2159915a0de227a6a428a72d5f2a6>
- Rogoyiski, M. (2016). *GitHub - markrogoyiski/math-php: Powerful modern math library for PHP: Features descriptive statistics and regressions; Continuous and discrete probability distributions; Linear algebra with matrices and vectors, Numerical analysis; special mathematical fu*. GitHub. <https://github.com/markrogoyiski/math-php>
- Safitri, R. (2018). *Simple Crud Buku Tamu Perpustakaan Berbasis Php Dan Mysql: Langkah-Langkah Pembuatan*. *Jurnal Ilmu Perpustakaan Dan Informasi*, 2(2), 40. <https://doi.org/10.30742/tb.v2i2.553>
- Sobrina, N. (2013). *Pemrograman Komputer untuk Struktur Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 03-2847-2002 dengan Visual Basic*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. Nova.
- Solichin, A. (2009). *Pemrograman Web dengan PHP dan MySQL (v1.0)*. Universitas Budi Luhur.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi*.
- Syaferi, D. O. (2015). *Evaluasi Desain Perencanaan Check Dam Batang Suliti Kabupaten Solok Selatan*. Universitas Sumatera Utara.
- Tanjung, A. A. (2019). *Tinjauan Perencanaan Drainase Pada Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor*. Universitas Muhamadiyah Sumatera Utara.
- Triatmodjo, B. (2006). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset.
- Upomo, T. C., & Kusumawardani, R. (2016). *Pemilihan Distribusi Probabilitas pada Analisa Hujan dengan Metode Goodness of Fit Test*. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 18(2), 139–148. <https://doi.org/10.15294/jtsp.v18i2.7480>
- Wigati, R., Soelarso, & Habi, M. (2015). *Program Aplikasi Analisis Frekuensi Menggunakan Visual Basic 2010*. *Journal Industrial Services*, 1(1). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.36055/jiss.v1i1.315>
- Yulianto, P. S. (2010). *Perhitungan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Bahasa Pemrograman Visual Basic*. Universitas Sebelas Maret.

