



JURNAL SERAMBI ENGINEERING

- ✦ Perancangan *Controlling System* Keamanan Berbasis Arduino Menggunakan Kamera *Internet Protocol*
- ✦ Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor
- ✦ Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plambing Hemat Air Di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi
- ✦ Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kota Binjai
- ✦ Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi
- ✦ Analisis Kualitas Air dan Status Mutu Serta Beban Pencemaran Sungai Mahap di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat
- ✦ Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Selulosa dari Limbah Pusat Industri Mebel Antang Makassar
- ✦ Pengaruh Sambungan Beton Pracetak *Hollow Block* terhadap Pola Retak yang Timbul
- ✦ Pengaruh Katalis Fe_2O_3 Pada Tabung Penyimpanan Hidrogen Berbasis MgH_2 Melalui Teknik *Mechanical Alloying*
- ✦ Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, IPM, Pengangguran Terbuka dan Angkatan Kerja Terhadap Kemiskinan di Sumatera Utara
- ✦ Analisis Determinan Disparitas Pendapatan Di Provinsi Sumatera Utara
- ✦ Pengaruh Buah Kundur (*Benincasa hispida*) dan Buah Nanas (*Ananas comosus L. Merr*) Rasio Serta Konsentrasi Gula Terhadap Mutu *Fruit Leather*
- ✦ Perencanaan Lanskap dan Strategi Pengembangan Potensi Daya Tarik Ekowisata Batu Rongring Taman Nasional Gunung Leuser
- ✦ Analisa Desain, Konsep, dan Karakteristik Sistem Transfer Daya Nirkabel
- ✦ Analisis Penentuan Lokasi Program Keluarga Harapan (PKH) Dalam Menanggulangi Masalah Kekumuhan di Kota Tebing Tinggi, Sumatera Utara
- ✦ Pemilihan Prioritas Penanganan Banjir Di Kecamatan Bogor Tengah Kota Bogor Provinsi Jawa Barat
- ✦ Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Nanas (*Ananas Comosus*) Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan *Nata De Coco* Dari Limbah Air Kelapa
- ✦ Studi Kuantitas Air Buangan Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang
- ✦ Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya Dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR, Kota Padang Sumatera Barat
- ✦ *Environmental Management System Implementation in MSMEs: A Literature Review*
- ✦ Perencanaan Pengelolaan Sampah Di Pasar Dasan Agung Kota Mataram Dengan Pendekatan *Reduce, Reuse Dan Recycle (3R)*



Jurnal Serambi Engineering

TERAKREDITASI

KEMENTERIAN RISTEKDIKTI
NO. 3/E/KPT/2019



ISSN : 2541-1934

[Home](#) | [About](#) | [Login](#) | [Register](#) | [Categories](#) | [Search](#) | [Current](#) | [Archives](#) | [Announcements](#)

[Home](#) > [About the Journal](#) > [Editorial Team](#)

Editors

JSE Jurnal Serambi Engineering, Indonesia

Fahir Hassan, (SINTA ID : 6653146) Prodi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik – Universitas Negeri Jember

Erry Ika Rhofita, (SINTA ID: 6100999) Prodi Teknik Lingkungan – UIN Sunan Ampel Surabaya

Yonik Meilawati Yustiani, (SINTA ID : 5977793) Prodi Studi Teknik Lingkungan – Universitas Pasundan

jse jurnal

Ardhana Ardhana

Section Editor

Ardhana Ardhana



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.



Bekerjasama dengan Native Proofreading



WWW.NATIVE-PROOFREADING.COM

High Quality Proofreading and Translation

ABOUT US

- [Editorial Team](#)
- [Reviewers](#)
- [Focus and Scope](#)
- [Author Guidelines](#)
- [Publication Ethics](#)
- [Open Access Policy](#)
- [Journal's Aims & Scope](#)
- [Article Processing Charges](#)
- [The Licences](#)
- [Copyright and Permissions](#)
- [Digital Archiving Policy](#)
- [Peer Review Process](#)
- [Contact Us](#)
- [Call For Editor and Reviewers](#)

AKREDITASI



TOOLS





Home > Archives > Vol 5, No 2 (2020)

DOI: <https://doi.org/10.32672/jse.v5i2>

Table of Contents

ARTICLES

Perancangan Controlling System Keamanan Berbasis Arduino Menggunakan Kamera Internet Protocol	PDF
Ridwan Ridwan, Asmaul Husna	
Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor	PDF
Siti Amalia Fajriyah, Eka Wardhani	
Perencanaan Sistem Instalasi Plambing Air Bersih dengan Penerapan Alat Plambing Hemat Air Di Rumah Sakit Universitas Sam Ratulangi	PDF
Adeyra Khairunisa Rahayu, Yulianti Pratama, Anindito Nurprabowo	
Analisis Kesesuaian Lahan Permukiman Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kota Binjai	PDF
Geniusmaniat Laia, Zulkifli Nasution, Achmad Siddik Toha	
Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi	PDF
Muhammad Busyairi, Afuar Za'im Muttaqin, Ika Meicahyanti, Saryadi Saryadi	
Analisis Kualitas Air dan Status Mutu Serta Beban Pencemaran Sungai Mahap di Kabupaten Sekadau Kalimantan Barat	PDF
Ranty Christiana, Ika Muthya Anggraini, Hezlina Syahwanti	
Isolasi dan Karakteristik Bakteri Pendegradasi Selulosa dari Limbah Pusat Industri Mebel Antang Makassar	PDF
Fahrudin Fahrudin	
Pengaruh Sambungan Beton Pracetak Hollow Block terhadap Pola Retak yang Timbul	PDF
Bunyamin Bunyamin	
Pengaruh Katalis Fe ₂ O ₃ Pada Tabung Penyimpanan Hidrogen Berbasis MgH ₂ Melalui Teknik Mechanical Alloying	PDF
Andia Fatmaliana, Maulinda Maulinda, Nirmala Sari	
Analisis Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, IPM, Pengangguran Terbuka dan Angkatan Kerja Terhadap Kemiskinan di Sumatera Utara	PDF
Febriangga Sembiring, Tarmizi Tarmizi, Rujiman Rujiman	
Analisis Determinan Disparitas Pendapatan di Provinsi Sumatera Utara	PDF
Fadillah Sanita Harahap, Erlina Erlina, Rujiman Rujiman	

ABOUT US

- Editorial Team
- Reviewers
- Focus and Scope
- Author Guidelines
- Publication Ethics
- Open Access Policy
- Journal's Aims & Scope
- Article Processing Charges
- The Licences
- Copyright and Permissions
- Digital Archiving Policy
- Peer Review Process
- Contact Us
- Call For Editor and Reviewers

AKREDITASI



TOOLS



TEMPLATE



Pengaruh Buah Kundur (*Benincasa hispida*) dan Buah Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) Rasio Serta Konsentrasi Gula Terhadap Mutu Fruit Leather

PDF

Ruka Yulia, Noni Handayani, Juliani Juliani

Perencanaan Lanskap dan Strategi Pengembangan Potensi Daya Tarik Ekowisata Batu Rongring Taman Nasional Gunung Leuser

PDF

Ovie Farizal, Hamdani Harahaf, Marifatin Zahra

Analisa Desain, Konsep, dan Karakteristik Sistem Transfer Daya Nirkabel

PDF

Ike Yuni Wulandari

Analisis Penentuan Lokasi Program Keluarga Harapan Dalam Menanggulangi Masalah Kekumuhan di Kota Tebing Tinggi, Sumatera Utara

PDF

Chairida Yunita Putri, Sirojuzilam Sirojuzilam, Rujiman Rujiman

Pemilihan Prioritas Penanganan Banjir Di Kecamatan Bogor Tengah Kota Bogor Provinsi Jawa Barat

PDF

Fahmi Nur Rahman, Eka Wardhani

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Nanas (*Ananas Comosus*) Dan Waktu Fermentasi Pada Pembuatan Nata De Coco Dari Limbah Air Kelapa

PDF

Mulia Aria Suzanni, Aris Munandar, Saudah Saudah

Studi Kuantitas Air Buangan Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang

PDF

Puti Sri Komala, Yenni Ruslinda, Juwita Zuriendra

Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya Dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR Kota Padang Sumatera Barat

PDF

Taufiq Ihsan, Aulia Safitri, Dhywa Putra Dharossa

Environmental Management System Implementation in MSMEs: A Literature Review

PDF

Michelle Gunawan, Riri Asyahira, Filson M Sidjabat

Perencanaan Pengelolaan Sampah Di Pasar Dasan Agung Kota Mataram Dengan Pendekatan Reduce, Reuse Dan Recycle (3R)

PDF

Wahyudin Wahyudin, Fitriah Fitriah, Azwaruddin Azwaruddin

FORMAT PENULISAN



PENGUNJUNG

Visitors

 46,924	 106
 2,049	 65
 282	 60
 156	 49
 151	 46

FLAG counter

INDEKSASI JOURNAL



OPEN JOURNAL SYSTEMS

JOURNAL HELP

USER



Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional.

Analisis Hidrologi untuk Penentuan Metode Intensitas Hujan di Wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor

Siti Amalia Fajriyah^{1*}, Eka Wardhani²

^{1,2}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
Jl. PHH. Mustapha 23, Bandung
*Koresponden email: ssaamalia@gmail.com

Diterima: 23 Desember 2019

Disetujui: 5 Februari 2020

Abstract

Rain intensity is defined as the rainfall falls in per unit time, expressed in mm/hours. Rain determined to get the discharge flood plans in sub-districts west Bogor, Bogor. Discharge flood plan needed to take into account the drainage channel would be designed again in districts west Bogor having problems. The study aimed to determine the intensity of rainfall in west Bogor as the basic determination of the drainage channel in west Bogor. Research carried out by changing the maximum daily rainfall to rain intensity. Methods used the method Bell Tanimoto, Van Breen, and Hasper Der Weduwen which is a statistical method and produce the intensity of rain. The amount of rain obtained will be substituted into formula Talbot, Sherman, and Ishiguro, and then compared to the early rain intensity. The selection method determined based on the value of the smallest standard deviation. The result of this study showed that the method chosen to determine the intensity of rain is Van Breen Method with Talbot Formula.

Keywords : *Rain intensity, rainfall, standard deviation, maximum daily rainfall, Van Breen method*

Abstrak

Intensitas hujan merupakan jumlah curah hujan yang jatuh setiap satuan waktu yang ditulis dalam mm/jam. Intensitas hujan ditentukan guna memperoleh nilai debit banjir rencana di wilayah Kecamatan Bogor Barat, Kota Bogor. Debit banjir rencana diperlukan untuk memperhitungkan dimensi saluran drainase yang akan di desain ulang di Kecamatan Bogor Barat yang memiliki permasalahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya intensitas hujan di Kecamatan Bogor Barat sebagai dasar penentuan dimensi saluran drainase di Kecamatan Bogor Barat. Penelitian dilakukan dengan merubah curah hujan harian maksimum menjadi intensitas hujan. Metode yang digunakan yaitu metode Bell Tanimoto, Van Breen, dan Hasper Der Weduwen yang merupakan metode statistik dan menghasilkan nilai intensitas hujan. Besarnya nilai intensitas hujan yang diperoleh akan disubstitusikan kedalam rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro kemudian dibandingkan dengan nilai intensitas hujan awal. Pemilihan metode ditentukan berdasarkan nilai standar deviasi terkecil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode terpilih untuk menentukan intensitas hujan adalah Metode Van Breen dengan persamaan Talbot.

Kata kunci : *Intensitas hujan, curah hujan, standar deviasi, curah hujan harian maksimum, metode Van Breen*

1. Pendahuluan

Kecamatan Bogor Barat adalah satu dari enam kecamatan di Kota Bogor, Jawa Barat yang memiliki 16 kelurahan dengan luas 3.285 Ha [1]. Terdapat 6 titik prioritas dari 23 titik genangan dan banjir yang terdapat di Kecamatan Bogor Barat disebabkan oleh sistem drainase yang tidak tersedia, berkurangnya kapasitas saluran drainase akibat penumpukan sampah dan sedimen, serta berkurangnya kapasitas saluran diakibatkan oleh bangunan rumah [2].

Drainase kota berdasarkan fungsinya merupakan suatu jaringan pembuangan air yang berguna untuk mengalirkan air dari hujan lokal ataupun sungai yang berada di dalam kota sehingga bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban terhindar dari genangan air [3]. Dengan permasalahan yang terjadi di Kecamatan Bogor Barat, berakibat pada terjadinya banjir dan genangan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan ulang saluran drainase di Kecamatan Bogor Barat.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata yang terjadi di Kecamatan Bogor Barat sebagai daerah tangkapan hujan. Data curah hujan rata-rata kemudian dianalisis dan diolah

menjadi data curah hujan rencana yang digunakan sebagai dasar perhitungan debit banjir rencana [4]. Perencanaan drainase memerlukan perhitungan analisis hidrologi untuk menentukan intensitas hujan sebagai salah satu pertimbangan dari proses penentuan debit rencana. Data curah hujan rata-rata maksimum diperoleh dari pos pengamat hujan yang berada di Kecamatan Bogor Barat dan sekitarnya, yaitu pos hujan Dramaga, Kebun Raya, dan Empang.

Data yang termasuk analisis hidrologi diantaranya luas daerah tangkapan air serta besar dan frekuensi dari intensitas hujan rencana [5]. Analisis hidrologi merupakan tahap yang penting dalam perencanaan drainase untuk menentukan jumlah besarnya aliran permukaan yang harus ditampung. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar acuan dalam melakukan perencanaan ulang saluran drainase.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui empat tahap, yaitu mengumpulkan data, analisis data curah hujan, analisis frekuensi curah hujan, analisis intensitas hujan dan pemilihan metode.

Data yang dikumpulkan untuk keperluan penentuan metode intensitas hujan adalah data curah hujan dari pos pengamat hujan yang berada di Kecamatan Bogor Barat dan sekitarnya selama 25 tahun. Pos pengamat hujan diantaranya pos hujan Dramaga, Kebun Raya, dan Empang.

Analisis Data Curah Hujan

Penentuan analisis curah hujan dilakukan dalam 4 tahap, yaitu:

- Stasiun utama ditentukan dengan menggunakan Metode Poligon Thiessen. Metode Poligon Thiessen yaitu membuat rata-rata terbobot (*weighted average*) terhadap luas daerah pengaruhnya dari stasiun-stasiun hujan, luas daerah terluas dari stasiun hujan dipilih menjadi stasiun utama, dan yang lainnya merupakan stasiun pembanding. Poligon dibentuk dengan menggambar garis-garis penghubung antara stasiun hujan kemudian membuat garis memotong yang tegak lurus dari tengah-tengah garis penghubung dua stasiun, kemudian akan terbentuk suatu poligon [6].
- Data curah hujan yang kosong dilengkapi dengan menggunakan metode Aljabar dan perbandingan normal
- Uji konsistensi bertujuan untuk menguji konsisten atau tidak suatu data curah hujan dengan menggunakan kurva massa ganda. Data yang digunakan yaitu nilai akumulasi hujan tahunan pada stasiun utama yang akan dibandingkan dengan stasiun pembanding [7].
- Uji homogenitas bertujuan untuk melihat sebaran data yang paling sesuai dari data curah hujan yang tersedia juga untuk menyempurnakan perhitungan yang dilakukan. Uji homogenitas menggunakan grafik *Gumble's Extreme Probability Paper* dan grafik *homogeneity test*. Data curah hujan homogen jika titik $H(N, T_R)$ berada pada lengkung *homogeneity test*. Nilai T_r menggunakan persamaan di bawah:

$$T_R = \frac{R_{10}}{R} \cdot T_r \text{ grafik} \quad (1)$$

Ket:

R_{10} = Curah hujan dengan PUH 10 tahun (mm)

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

T_r = PUH untuk curah hujan tahunan rata-rata

Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan dilakukan berdasarkan kecenderungan statistik data pada masa lampau untuk memperoleh kemungkinan besar curah hujan di masa yang akan datang. Analisis frekuensi curah hujan harian maksimum menggunakan 3 metode mengacu pada [8] yaitu:

- Metode Gumbel

Metode Gumbel dilakukan berdasarkan distribusi harga ekstrim atau distribusi normal yang banyak digunakan di Indonesia. Penentuan curah hujan menggunakan persamaan:

$$R_T = R_k + \left(\frac{SD}{S_n} \right) \times (Y_t - Y_n) \quad (2)$$

Ket:

R_T = Curah hujan harian maksimum (mm)

Y_t = *Reduce variate*

Y_n = *Reduce mean*

S_n = *Reduce standar deviasi*

R_k = Rentang keyakinan

SD = Standar deviasi

b. Metode *Log Pearson III*

Metode *Log Pearson III* dilakukan berdasarkan pada perubahan data curah hujan ke dalam bentuk logaritmik, dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Log } R_T = \text{Log } \bar{R} + K_S \quad (3)$$

Ket:

R_T = Curah hujan harian maksimum (mm)

K = Variabel standar untuk R

SD = Simpangan baku

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

Nilai curah hujan ditentukan dengan menghitung antilog $\text{Log } R_T$

c. Metode Distribusi Normal

Metode Distribusi normal (kurva normal) disebut juga dengan distribusi Gauss, dapat ditentukan dengan persamaan:

$$R_T = \bar{R} + K_T SD \quad (4)$$

Ket:

K_T = Nilai variable Reduksi Gauss

SD = Simpangan baku

\bar{R} = Curah hujan rata-rata

R_T = Curah hujan harian maksimum (mm)

Menentukan metode yang digunakan dilakukan dengan uji kecocokan dengan metode chi kuadrat (*chi square*). Uji chi kuadrat dilakukan untuk menentukan metode yang terpilih untuk mewakili distribusi sampel data yang dianalisa [3]. Dibuat sub kelompok, dengan masing-masing sub kelompok memiliki lima buah data pengamatan [14].

Analisis Intensitas Hujan

Analisis intensitas hujan menunjukkan jumlah curah hujan yang turun pada periode yang pendek yang memberikan gambaran derasnyanya hujan per jam [9]. Analisis ini digunakan untuk menentukan kedalaman atau tinggi air hujan setiap satuan waktu [3]. Durasi hujan yang berlangsung berbanding terbalik dengan jumlah intensitas hujan, artinya durasi hujan yang semakin singkat semakin besar intensitas hujannya [16].

Analisis intensitas hujan diawali dengan mengubah data curah hujan harian maksimum menjadi bentuk intensitas hujan. Penentuan intensitas hujan dilakukan dengan menggunakan 3 metode, yaitu:

a. Metode Van Breen

Metode ini memperhitungkan waktu durasi hujan harian terpusat dalam 4 jam dari hujan yang turun selama 24 jam dengan hujan efektif sebesar 90%. Persamaan yang digunakan yaitu [8]:

$$I_T = \frac{54R_T \times 0,07R_T^2}{t + 0,3R_T} \quad (5)$$

Ket:

I_T = Intensitas hujan pada PUH T (mm/jam)

R_T = Curah hujan harian maksimum pada PUH T (mm)

t = durasi hujan (menit)

b. Metode Bell Tanimoto

Data frekuensi hujan dianalisis dengan mempertimbangkan data curah hujan minimal 20 tahun atau lebih. Bila data curah hujan tidak tersedia, dan data yang digunakan berdasarkan data curah hujan selama enam puluh menit dengan periode ulang 10 tahun, maka untuk menentukan curah hujan dengan lama hujan 5-20 menit dengan periode ulang 2-100 tahun dapat menggunakan rumus Bell Tanimoto. Hubungan ini dinyatakan dengan [10]:

$$R_T^t = (0,2 \ln T + 0,52)(0,54t^{0,25} - 0,50)R_T^1 \quad (6)$$

$$I_T^t = \frac{60}{t} R_T^t \quad (7)$$

Ket:

R_T = Curah hujan harian maksimum pada PUH T (mm)

T = Periode ulang (tahun)

t = Durasi hujan (menit)
 I_T = Intensitas hujan pada PUH T (mm/jam)

c. Metode Hasper Der Weduwen

Persamaan metode hasper der weduwen didapat berdasarkan curah hujan harian yang cenderung memiliki waktu atau durasi hujan (t) lebih kecil dari 1 jam atau lebih dari 1 jam sampai 24 jam. Persamaannya yaitu [10]:

$$R_t = R_T \left(\frac{1218t+54}{R_T(1-t)+1272t} \right) \quad (8)$$

$$1 < t < 24, \text{ maka } R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3,12} \left(\frac{R_T}{100} \right)} \quad (9)$$

$$0 < t < 1, \text{ maka } R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3,12} \left(\frac{R_t}{100} \right)} \quad (10)$$

$$I_T = \frac{R}{t} \quad (11)$$

Ket:

R_T = Curah hujan harian maksimum pada PUH T (mm)

R_t = Curah hujan menurut Hasper Der Weduwen (mm)

t = Durasi hujan (menit)

I_T = Intensitas hujan pada PUH T (mm/jam)

Menentukan Metode Intensitas Hujan

Penentuan metode untuk menghitung intensitas hujan digunakan persamaan sederhana, yaitu

a. Persamaan Talbot

Profesor Talbot mengemukakan rumus ini pada tahun 1981. Rumus yang digunakan yaitu [8]:

$$I = \frac{a}{t+b} \quad (12)$$

$$a = \frac{\sum I t \sum I^2 - \sum I^2 t \sum I}{N \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (13)$$

$$b = \frac{\sum I t \sum I - N \sum I^2 t}{N \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (14)$$

Ket:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (jam)

a dan b = Konstanta

b. Persamaan Sherman

Profesor Sherman mengemukakan rumus ini pada tahun 1985. Rumus yang digunakan yaitu [8]:

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (15)$$

$$\text{Log } a = \frac{\sum \log I \sum (\log t)^2 - \sum \log t \cdot \log I \sum \log t}{N \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2} \quad (16)$$

$$n = \frac{\sum \log I \sum \log t - N \sum \log t \cdot \log I}{N \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2} \quad (17)$$

Ket:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

n = Konstanta

c. Persamaan Ishiguro

Dr. Ishiguro mengemukakan rumus ini pada tahun 1953. Rumus yang digunakan yaitu [8]:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \quad (18)$$

$$a = \frac{\sum I \sqrt{t} \sum I^2 - \sum I^2 \sqrt{t} \sum I}{N \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (19)$$

$$b = \frac{\sum I \sqrt{t} \sum I - N \sum I^2 \sqrt{t}}{N \sum I^2 - (\sum I)^2} \quad (20)$$

Ket:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (jam)

a dan b = Konstanta

Intensitas hujan maksimum dipilih berdasarkan nilai deviasi terkecil. Metode yang terpilih kemudian dibuat kurva IDF (*Intensity, Duration, Frequency*) sebagai kurva untuk melihat hubungan antara intensitas hujan dengan waktu atau durasinya [11]. Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit puncak pada waktu yang bersamaan antara debit puncak di wilayah tangkapan air yang kecil dan hujan deras yang memiliki durasi singkat di berbagai titik pada seluruh wilayah tangkapan air, yang terkonsentrasi di titik kontrol [12].

3. Hasil dan Pembahasan

Data curah hujan yang digunakan merupakan data curah hujan harian maksimum selama 25 tahun dari tahun 1992 sampai 2017, yang diperoleh dari pos hujan yang berada di Kecamatan Bogor Barat dan sekitarnya, yaitu Dramaga, Kebun Raya, dan Empang. Data curah hujan tersaji pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data curah hujan harian maksimum [13]

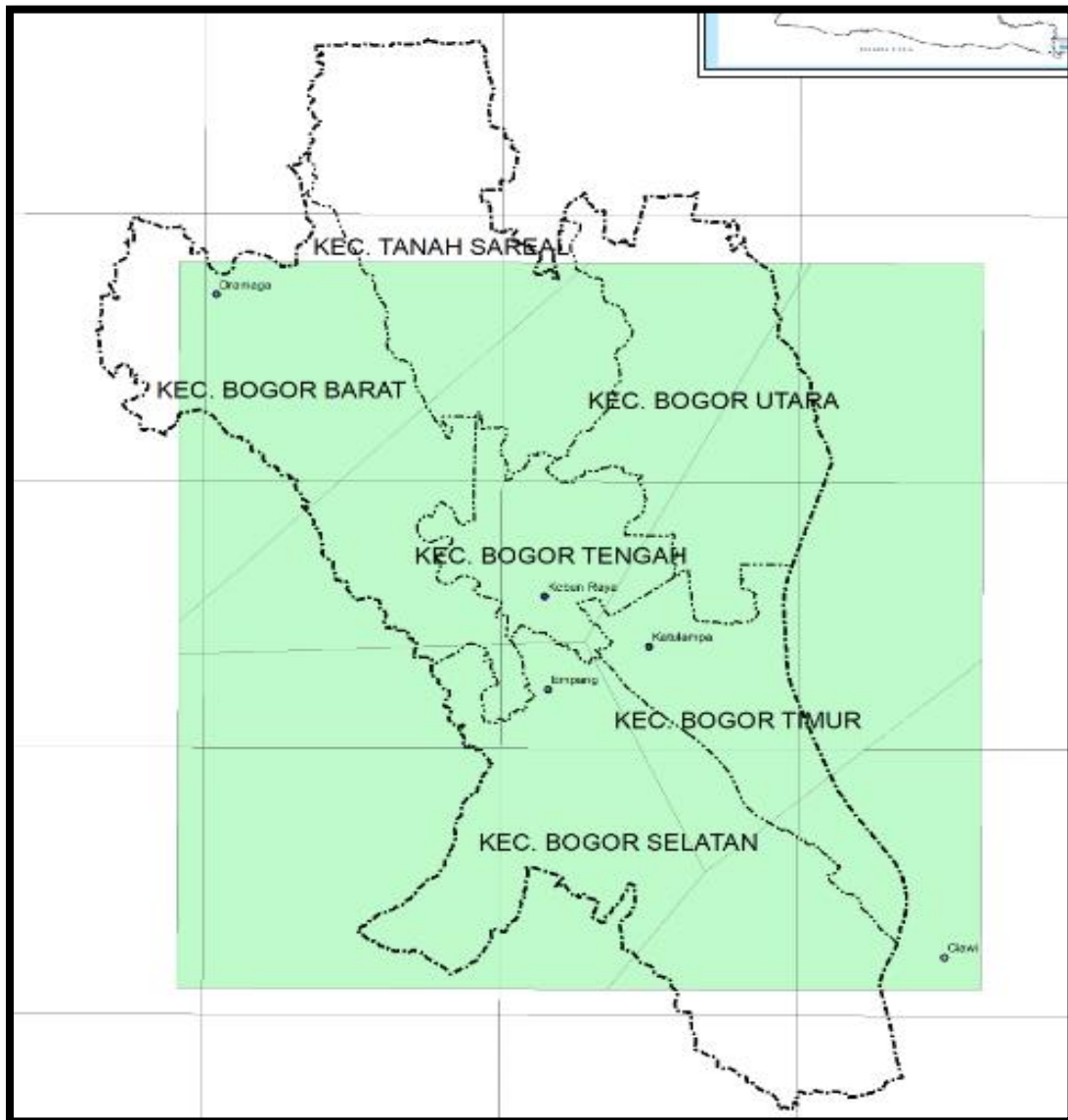
No.	Tahun	Stasiun Hujan (mm/hari)		
		Empang	Kebun Raya	Dramaga
1	1992	98	117	112
2	1993	157	183	95
3	1994	105	143	100
4	1995	96	138	88
5	1996	129	137	157
6	1997	109	115	114
7	1998	127	131	127
8	1999	90	123	150
9	2000	75	78	94
10	2001	125	175	108
11	2002	132	158	127
12	2003	99	128	123
13	2004	93	125	142
14	2005	134	157	127
15	2006	95	125	136
16	2007	144	115	105
17	2008	112	140	115
18	2009	166	149	145
19	2010	101	132	98
20	2011	140	154	123
21	2012	145	151	137
22	2013	127	150	169
23	2014	201	124	156
24	2015	77	242	109
25	2016	137	136	118
Rata-rata		121	141	123

Analisis Data Curah Hujan

Menganalisis data curah hujan dilakukan dengan beberapa langkah, yaitu:

a. Penentuan Stasiun Utama

Menentukan stasiun hujan dengan metode Poligon Thiessen. Hasil metode poligon Thiessen dapat dilihat pada **Gambar 1**. Berdasarkan **Gambar 1**, Pos Hujan Dramaga terpilih menjadi stasiun utama, karena pengaruh wilayah pos hujan dramaga terhadap wilayah Kecamatan Bogor Barat paling besar dibanding pos hujan yang lain. Pos hujan lainnya yaitu Kebun Raya dan Empang dijadikan stasiun pembanding.



Gambar 1. Poligon Thiessen

b. Uji Konsistensi

Ketidakkonsistenan data-data dapat disebabkan karena tata guna lahan DAS yang berubah; pos pengukur curah hujan yang berubah; perubahan ekosistem yang berpengaruh terhadap iklim; dan kesalahan sistem observasi data.

Tahap uji konsistensi diawali dengan melakukan perhitungan akumulasi rata-rata dari bawah baik stasiun hujan utama maupun pembanding. Hasil uji konsistensi terdapat pada **Tabel 2**.

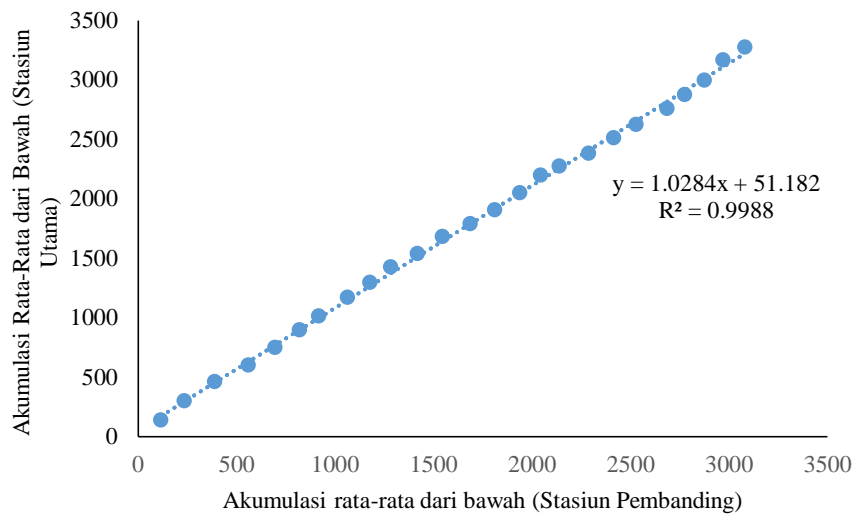
Tabel 2. Hasil uji konsistensi

Tahun	Stasiun Utama	Stasiun Pembanding		Rerata Stasiun Pembanding	Akumulasi Rata-Rata dari Bawah	
	Dramaga	Kebun Raya	Empang		Stasiun Utama	Stasiun Pembanding
1992	112	117	98	108	3084	3270
1993	95	183	157	170	2972	3163
1994	100	143	105	124	2877	2993
1995	88	138	96	117	2777	2869
1996	157	137	129	133	2689	2752
1997	114	115	109	112	2532	2619
1998	127	131	127	129	2418	2507
1999	150	123	90	107	2291	2378
2000	94	78	75	77	2141	2271
2001	108	175	125	150	2047	2195

Tahun	Stasiun Utama	Stasiun Pembanding		Rerata Stasiun Pembanding	Akumulasi Rata-Rata dari Bawah	
	Dramaga	Kebun Raya	Empang		Stasiun Utama	Stasiun Pembanding
2002	127	158	132	145	1939	2045
2003	123	128	99	114	1812	1900
2004	142	125	93	109	1689	1786
2005	127	157	134	146	1547	1677
2006	136	125	95	110	1420	1532
2007	105	115	144	130	1284	1422
2008	115	140	112	126	1179	1292
2009	145	149	166	158	1064	1166
2010	98	132	101	117	919	1009
2011	123	154	140	147	821	892
2012	137	151	145	148	698	745
2013	169	150	127	139	561	597
2014	156	124	201	163	392	459
2015	109	242	77	160	236	296
2016	118	136	137	137	118	137
Jumlah	3014	3526	3075	3270	41507	43965
Rata-rata	121	141	123	131	1660	1759

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Kurva massa ganda untuk uji konsistensi dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kurva massa ganda

Berdasarkan kurva massa ganda pada Gambar 2. dapat disimpulkan bahwa data bersifat konsisten karena berada pada garis lurus, sehingga tidak perlu dilakukan koreksi.

c. Uji Homogenitas

Hasil perhitungan uji homogenitas tersaji pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Uji homogenitas

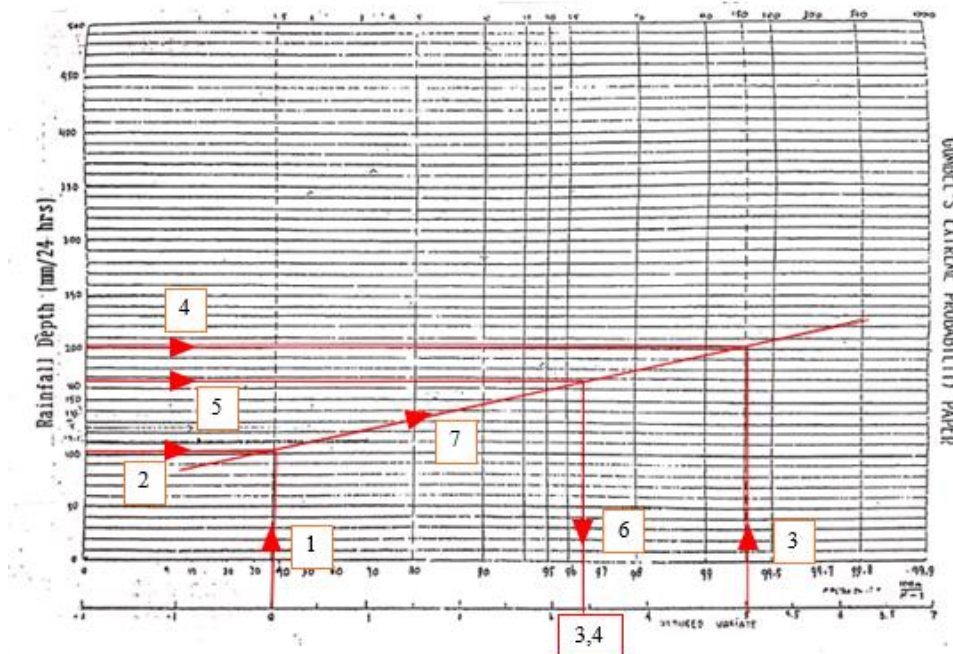
Tahun	Curah Hujan (mm/hari)		
	R _i	R _i - \bar{R}	(R _i - \bar{R}) ²
2013	169	46	2116
1996	157	34	1156
2014	156	33	1089
1999	150	27	729
2009	145	22	484
2004	142	19	361
2012	137	14	196
2006	136	13	169
1998	127	4	16

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)		
	R _i	R _i - \bar{R}	(R _i - \bar{R}) ²
2002	127	4	16
2005	127	4	16
2003	123	0	0
2011	123	0	0
2016	118	-5	25
2008	115	-8	64
1997	114	-9	81
1992	112	-11	121
2015	109	-14	196
2001	108	-15	225
2007	105	-18	324
1994	100	-23	529
2010	98	-25	625
1993	95	-28	784
2000	94	-29	841
1995	88	-35	1225
Jumlah	3075		11388
Rata-Rata	123		
Standar Deviasi	21.78		

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Langkah yang dilakukan untuk tes homogenitas yaitu:

- Data R₀ dan R₅ di plotkan pada Grafik *extreme probability* seperti pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Grafik *Gumble's extreme probability*

- Dari grafik didapat nilai T_R = 2,8. Nilai T_R dihitung dengan cara:

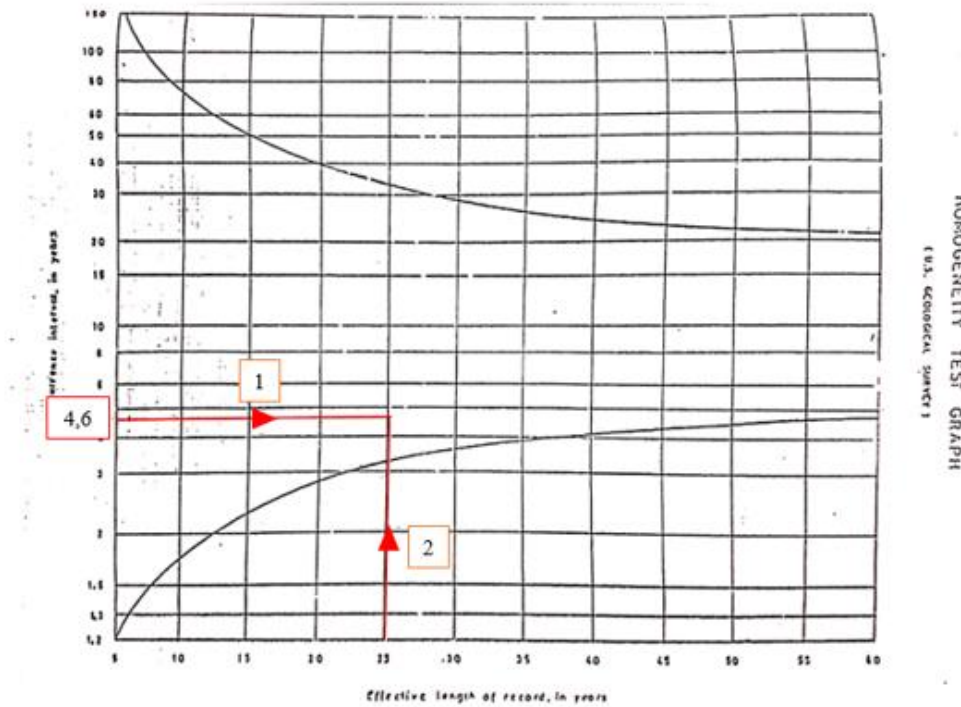
$$T_R = \frac{R_{25}}{R} \cdot 2,8$$

$$T_R = \frac{167 \text{ mm}}{123 \text{ mm}} \cdot 2,8$$

$$T_R = 3,8$$

Maka titik H (N ; T_R) = H (25 ; 3,8)

- Titik H tersebut kemudian di plotkan pada grafik homogenitas seperti pada **Gambar 4**, titik tersebut berada di dalam garis lengkung atau berada dalam grafik homogenitas, sehingga menunjukkan bahwa data yang diperoleh menunjukkan data HOMOGEN.



Gambar 4. Grafik homogenitas

Analisis Frekuensi Curah Hujan

a. Metode Gumbel

Curah hujan harian maksimum dengan menggunakan metode Gumbel dilakukan dengan menggunakan persamaan (2). Rekapitulasi hasil perhitungan tersaji pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rekapitulasi curah hujan harian maksimum berdasarkan Metode Gumbel

PUH	Yt	Hujan Harian Maksimum (mm/hari)
2	0,37	120
5	1,50	142
10	2,25	157
25	3,20	176
50	3,90	190
100	4,60	204

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

b. Metode Log Pearson III

Metode ini digunakan untuk menganalisis variable hidrologi dengan nilai varian yang minimum [14]. Hal pertama yang dilakukan yaitu dengan merubah data kedalam bentuk logaritmis, kemudian menghitung nilai rata-rata, standar deviasi, dan nilai koefisien kemencengan (G). Nilai G yang diperoleh untuk menentukan harga K tersaji pada **Tabel 5**. Nilai K digunakan untuk memperhitungkan curah hujan harian maksimum berdasarkan metode *Log Pearson III*. Kemudian menghitung logaritma hujan dengan menggunakan persamaan (3).

Tabel 5. Nilai K dengan G=0,1 [15]

T(PUH)	K
2	-0.017
5	0.836
10	1.292
25	1.785
50	2.107
100	2.400

Rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan harian maksimum tersaji pada **Tabel 6**

Tabel 6. Rekapitulasi curah hujan harian maksimum berdasarkan Metode *Log Pearson III*

T(PUH)	K	Log RT	Rt
2	-0,017	2,067	117
5	0,836	2,156	143
10	1,292	2,204	160
25	1,785	2,255	180
50	2,107	2,289	194
100	2,400	2,319	209

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

c. Metode Distribusi Normal

Nilai faktor frekuensi K_T diperoleh dari nilai frekuensi Reduksi Gauss seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Reduksi Gauss [3]

T(PUH)	K_T
2	0,000
5	0,840
10	1,280
25	1,708
50	2,050
100	2,330

Nilai curah hujan harian maksimum dihitung dengan persamaan (4). Rekapitulasi hasil perhitungan curah hujan harian maksimum tersaji pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Rekapitulasi curah hujan harian maksimum berdasarkan Metode Distribusi Normal

PUH	K_T	SD	$K_t * SD$	Rt
2	0		0	121
5	0,84		25	145
10	1,28	29.490	38	158
25	1,708		50	171
50	2,05		60	181
100	2,33		69	189

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Data yang telah dihasilkan dari analisis frekuensi untuk setiap metode selanjutnya dilakukan uji kecocokan dengan Chi kuadrat. Uji Chi Kuadrat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut [3] :

- Data curah hujan harian maksimum diurutkan dari data dengan nilai tertinggi ke nilai terendah kemudian data dikelompokkan menjadi subgrup yang masing-masing kelompok memiliki anggota minimal 4 data pengamatan;
- Jumlah data curah hujan harian maksimum yang termasuk ke dalam suatu sub grup dinyatakan dalam O_i dan jumlah data keseluruhan curah hujan harian maksimum dibagikan dengan jumlah sub grup dinyatakan dalam E_i .
- Setiap subgrup dihitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$.
- Menentukan derajat kebebasan $(dk) = G - R - 1$, dengan nilai $R=2$ untuk distribusi normal dan binomial.

Nilai $dk = 2$ dengan derajat kepercayaan 5% diperoleh nilai kritis uji Chi-kuadrat yaitu 5,991. Kemudian dibandingkan dengan nilai Chi-kuadrat hasil perhitungan X^2 hitung. Hasil uji Chi kuadrat dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Nilai Peluang Setiap Metode

Metode	X_h^2 Hitung	Peluang	X_h^2 Tabel	Keterangan
Gumbel	2.4	<	5.991	Dapat diterima
<i>Log Pearson</i> Tipe III	1.2	<	5.991	Dapat diterima
Normal	1.2	<	5.991	Dapat diterima

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Syarat bahwa metode dapat diterima yaitu apabila $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$, oleh karena itu setelah dibandingkan ketiga metode tersebut dapat memenuhi syarat karena memiliki nilai X^2_{hitung} yang lebih kecil dari 5,991. Sehingga cara menentukan metode terpilih untuk menentukan distribusi frekuensi curah hujan harian maksimum dilihat berdasarkan data curah hujan. Metode terpilih yaitu Metode *Log Pearson* tipe III karena memiliki data curah hujan harian maksimum terbesar.

Analisis Intensitas Hujan

Data yang digunakan pada analisis intensitas hujan adalah data curah hujan harian maksimum dengan metode terpilih pada uji kecocokan dengan Chi-kuadrat yaitu data curah hujan harian maksimum Metode *Log Pearson* Tipe III. Analisis intensitas hujan diperoleh dengan menggunakan 3 metode pilihan, yaitu:

a. Metode Van Breen

Intensitas hujan dengan menggunakan metode Van Breen dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (5). Hasil perhitungan tersaji pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Intensitas hujan Metode Van Breen

Durasi (Menit)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)					
	2	5	10	25	50	100
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
5	177,336	185,334	190,214	196,047	200,190	204,179
10	158,515	168,213	174,031	180,881	185,680	190,252
20	130,761	141,981	148,724	156,645	162,172	167,414
40	96,847	108,226	115,215	123,540	129,405	135,003
60	76,901	87,438	94,030	101,986	107,654	113,105
80	63,769	73,350	79,425	86,836	92,162	97,320
120	47,534	55,473	60,600	66,946	71,566	76,083
240	26,950	32,044	35,417	39,680	42,842	45,982

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

b. Metode Bell Tanimoto

Intensitas hujan dengan menggunakan Metode Bell Tanimoto dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (6) dan (7). Hasil perhitungan tersaji pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Intensitas Curah Hujan Bell Tanimoto

Durasi (menit)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)					
	2	5	10	25	50	100
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
5	70,03	127,62	182,33	156,76	204,96	261,70
10	52,41	95,51	136,46	117,32	153,40	195,86
20	36,55	66,61	95,17	81,82	106,98	136,59
40	24,43	44,51	63,60	54,68	71,49	91,28
60	19,03	34,69	49,56	42,61	55,71	71,13
80	15,87	28,92	41,32	35,53	46,45	59,31
120	12,22	22,26	31,80	27,34	35,75	45,65
240	7,71	14,05	20,08	17,26	22,57	28,82

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

c. Metode Hasper Der Weduwen

Intensitas hujan dengan menggunakan Metode Hasper Der Weduwen ditentukan dengan menggunakan persamaan (11). Sebelumnya ditentukan nilai curah hujan berdasarkan durasi hujan pada persamaan (9) dan (10). Hasil perhitungan dapat dilihat pada **Tabel 12**.

Tabel 12. Intensitas curah hujan Hasper Der Weduwen

Durasi (Menit)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)					
	2	5	10	25	50	100
	R1	R2	R3	R4	R5	R6
5	615,00	667,09	696,82	730,03	752,01	771,92
10	347,20	389,27	414,57	444,03	464,27	483,13
20	187,58	216,54	234,81	256,92	272,68	287,79
40	95,68	112,80	123,98	137,92	148,14	158,19
60	62,70	74,54	82,39	92,30	99,65	106,95
80	52,23	62,09	68,63	76,88	83,01	89,08
120	39,77	47,28	52,26	58,54	63,21	67,84
240	23,85	28,35	31,34	35,10	37,90	40,68

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Pemilihan Metode Penentuan Intensitas Hujan

Pemilihan dilakukan dengan mensubstitusikan nilai intensitas hujan yang telah diperoleh ke persamaan Talbot, Sherman, dan Ishiguro. Nilai intensitas hujan dari analisis curah hujan yang telah diperoleh dari ketiga metode yaitu Van Breen, Bell Tanimoto, dan Hasper Der Weduwen disubstitusikan terhadap persamaan Talbot, Sherman, dan Ishiguro. Metode terpilih ditentukan berdasarkan standar deviasi terkecil yang diperoleh dari intensitas hujan yang telah dicari. **Tabel 13** menyajikan nilai deviasi antara data yang terukur dengan data yang telah dihitung.

Tabel 13. Rekapitulasi deviasi data terukur dengan data terhitung

PUH	Metode Van Breen			Metode Bell Tanimoto			Metode Hasper dan Van Weduwen		
	Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
2	0.000	1,954	3,499	0,399	0,495	0,317	1,553	-4,739	14,548
5	0.000	1,599	3,310	0,727	0,902	0,578	1,825	-3,364	14,518
10	0.000	1,381	3,197	1,038	1,289	0,825	1,997	-2,437	14,337
25	0.000	1,126	3,066	0,893	1,108	0,710	2,204	-1,284	13,986
50	0.000	0,953	2,976	1,167	1,449	0,928	2,350	-0,454	13,663
100	0.000	0,795	2,893	1,490	1,850	1,185	2,487	0,341	13,308

Sumber: Hasil perhitungan (2019)

Berdasarkan **Tabel 13**, deviasi terkecil yaitu nol yang diperoleh dari deviasi antara Metode Van Breen dengan persamaan Talbot. Oleh karena itu, intensitas hujan yang akan digunakan untuk perencanaan yaitu intensitas hujan hasil perhitungan Metode Van Breen dengan persamaan Talbot.

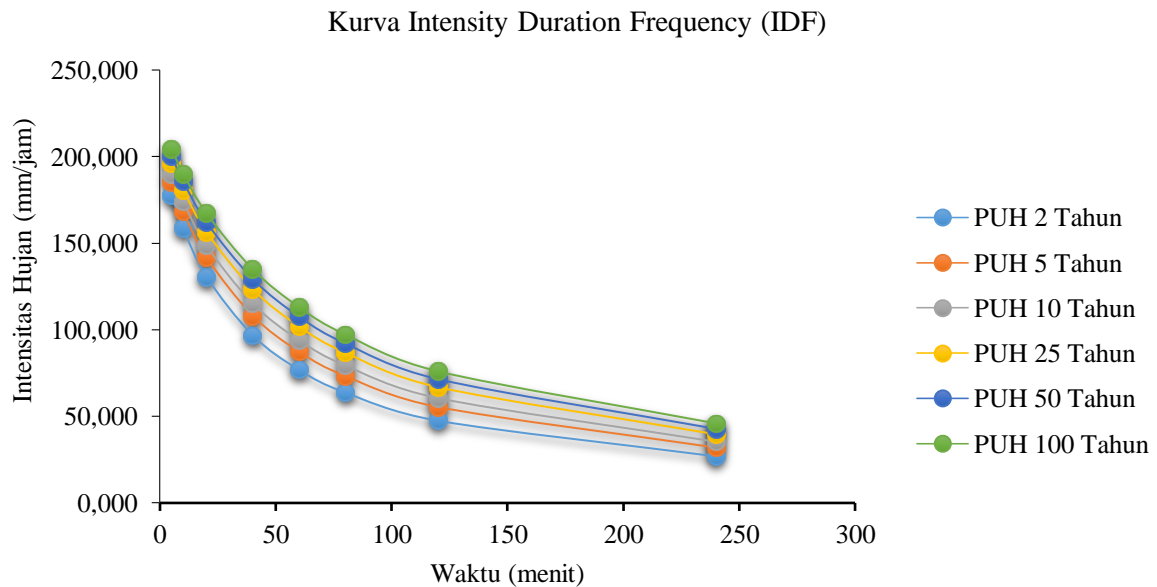
Kurva IDF

Kurva IDF dibuat berdasarkan perhitungan intensitas hujan dengan metode terpilih. Intensitas hujan dengan Metode Van Breen dengan persamaan Talbot tersaji pada **Tabel 14** dan kurva IDF pada **Gambar 5**.

Tabel 14. Intensitas hujan dengan Metode Van Breen dengan persamaan Talbot

Durasi (menit)	Intensitas Hujan (mm/jam) dengan PUH					
	2	5	10	25	50	100
5	177,3	185,3	190,2	196,0	200,2	204,2
10	158,5	168,2	174,0	180,9	185,7	190,3
20	130,8	142,0	148,7	156,6	162,2	167,4
40	96,8	108,2	115,2	123,5	129,4	135,0
60	76,9	87,4	94,0	102,0	107,7	113,1
80	63,8	73,4	79,4	86,8	92,1	97,3
120	47,5	55,5	60,6	66,9	71,6	76,1
240	27,0	32,0	35,4	39,7	42,8	46,0

Sumber: Hasil perhitungan (2019)



Gambar 5. Kurva IDF

4. Kesimpulan

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode intensitas hujan yang terpilih adalah Metode Van Breen dengan persamaan Talbot, untuk PUH 2 tahun berkisar antara 26,950-177,336mm/jam, PUH 5 tahun berkisar 32,044-185,334 mm/jam, PUH 10 tahun berkisar antara 35,417-190,214 mm/jam, PUH 25 tahun berkisar antara 39,680-196,047 mm/jam, PUH 50 tahun berkisar antara 42,842-200,190 mm/jam dan PUH 100 tahun berkisar antara 45,982-204,179 mm/jam.

5. Daftar Pustaka

- [1] Kecamatan Bogor Barat dalam Angka, Badan Pusat Statistik Kota Bogor, BPS Kota Bogor , 2018.
- [2] Rencana Induk Drainase Kota Bogor, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kota Bogor, Bappeda Kota Bogor, 2018.
- [3] Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Yogyakarta, Yogyakarta, 2004.
- [4] Dwiyanto, Very., Dyah Indriana Kusumastuti, Subuh Tugiono, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Studi Kasus: Sungai Air Anak (Hulu Sungai Way Besai)," *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, Vol. 4, No. 3, Hal:407-422, 2016.
- [5] F. Dimitri, "Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa dai Sub DAS Lambidaro Kota Palembang," *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 3 No. 1, 2015.
- [6] Ningsih, Dewi Handayani Untari, "Metode Thiessen Polygon untuk Ramalan Sebaran Curah Hujan Periode Tertentu pada Wilayah yang Tidak Memiliki Curah Hujan," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, Vol. 17, No. 2, Hal:154-163, 2012.
- [7] Melinda, N, "Perencanaan Sistem Drainase pada Daerah Aliran Sungai Cimahi di Kota Cimahi," SKRIPSI, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung, 2007
- [8] Hardjosuprpto. M, *Drainase Perkotaan Volume 2*, Penerbit ITB, Bandung, 1998.
- [9] Astuti, F. Ulya, dkk, "Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang Sesuai dengan Stasiun Hujan Pekanbaru," *JOM FTEKNIK* Vol. , No. 1, 2015.
- [10] S. Iman, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*, Penerbit Idea Dharma, Bandung, 1980.
- [11] Susilowati dan D. I. Kusumastuti, "Analisis Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Propinsi Lampung," *Jurnal Rekayasa* Vol. 14, No. 1, 2010.
- [12] Yansyah, Riyo Ardi, Dyah Indriana Kusumastuti, Subuh Tugiono, "Analisa Hidrologi Dan Hidrolika Saluran Drainase Box Culvert di Jalan Antasari Bandar Lampung Menggunakan Program HEC-RAS," Skripsi, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Lampung, 2015.
- [13] Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Curah Hujan Harian Maksimum, BMKG Kota Bogor, 2018.

- [14] Halaludin, J. Santoso, “Perencanaan DAM dan Spilway yang Dilengkapi PLTMH di Kampus Tembalang,” Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, 2001.
- [15] Soewarno, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Penerbit Nova, Bandung, 1995.
- [16] Permatasari, Melisa., M. Chandra Nugraha, Etih Hartati, “Penentuan Metode Intensitas Hujan Berdasarkan Karakteristik Hujan dari Stasiun Pengamat Hujan Disekitar Kecamatan Karawang Timur”, *Jurnal Serambi Engineering* Vol. V, Hal 768-780, 2020.