

LAPORAN PENELITIAN



ANALISA SENSITIVITAS DURASI HUJAN PADA PERHITUNGAN DEBIT BANJIR DAS TENGGANG DAN SRINGIN

Tim Penelitian:

Ketua:

Ratih Pujiastuti, ST., MT.

NIDN. 0623068302

Anggota:

Nevy Risna Dyah Kumala, S.T., M.Sc

NIDN. 0606119601

UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE
SUDIRMAN GUPPI (UNDARIS)
UNGARAN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisa Sensitivitas Durasi Hujan Pada Perhitungan Debit Banjir DAS Tenggang Dan Sringin

Pelaksana :

Ketua:

- a. Nama Lengkap : Ratih Pujiastuti, ST., MT.
- b. NIDN : 0623068302
- c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- d. Program Studi : Teknik Sipil
- e. Fakultas : Teknik
- f. Nomor HP : 085743401773

Anggota:

- a. Nama Lengkap : Nevy Risna Dyah Kumala, S.T., M.Sc
- b. NIDN : 0606119601
- c. Jabatan Fungsional : -
- d. Program Studi : Teknik Sipil
- e. Fakultas : Teknik
- f. Nomor HP : 0895360702761

Lama Penelitian : 3 bulan

Biaya Penelitian : Rp. 3.000.000,-

Sumber Dana : Mandiri

Ungaran, April 2022

Ketua Tim Penelitian



Ratih Pujiastuti, ST., MT
NIDN. 0623068302

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Mulyoto, MPd
NIDN. 0609115901

Menyetujui,
Ketua LPPM



Dr. Soetomo, M.Pd
NIDN. 001096002

ABSTRAK

Debit banjir rencana merupakan salah satu aspek penting dalam perencanaan bangunan air. Perhitungan debit banjir rencana sangat tergantung dari data hujan yang ada pada daerah aliran sungai tersebut. Besaran debit banjir selain dipengaruhi oleh nilai curah hujan juga tergantung pada durasi serta distribusi curah hujan tiap satuan waktu. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui durasi hujan yang menghasilkan nilai debit banjir paling maksimum untuk Sungai Tenggang dan Sungai Sringin.

Perhitungan debit banjir untuk Sungai Tenggang dan Sungai Sringin dilakukan dengan menggunakan pola distribusi sebaran curah hujan (hyetograph) untuk durasi hujan 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam dengan distribusi sebaran curah hujan mengacu pada data hujan jam-jaman pada Sta Maritim. Dari hasil analisis diperoleh bahwa dengan distribusi sebaran yang berbeda menghasilkan nilai debit banjir yang berbeda pula. Adapun pada Sungai Tenggang dan Sringin diperoleh nilai debit banjir yang paling maksimum pada durasi hujan 2 jam.

Kata Kunci : *debit banjir, durasi hujan, hyetograph*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Penelitian ini dengan judul "Analisa Sensitivitas Durasi Hujan Pada Perhitungan Debit Banjir DAS Tenggang Dan Sringin".

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat sensitivitas durasi dan distribusi curah hujan terhadap debit banjir yang dihasilkan. Lokasi penelitian difokuskan pada Sungai Tenggang dan Sungai Sringin.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan ini, yaitu kepada:

1. Rektor UNDARIS Ungaran
2. Ketua LPPM UNDARIS
3. Dekan Fakultas Teknik UNDARIS
4. Semua pihak yang telah membantu di dalam kelancaran dan tersusunnya laporan ini.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan debit banjir rencana pada Sungai Tenggang dan Sungai Sringin yang nantinya digunakan dalam perencanaan bangunan air ataupun dalam pengendalian banjir. Kami menyadari laporan ini masih banyak kekurangan. Untuk itu masukan berupa kritik dan saran kami harapkan guna perbaikan di masa yang akan datang.

Ungaran, April 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	vii
1. BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
2. BAB II KAJIAN PUSTAKA	3
2.1 Perubahan Karakteristik Hujan	3
2.2 Penentuan Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)	4
2.3 Analisis Frekuensi.....	4
2.4 HEC-HMS	15
3. BAB II METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian	17
4. BAB IV ANALISA DAN PERHITUNGAN.....	18
4.1 Delineasi DAS dan Sub DAS	18
4.2 Curah Hujan Rencana	18
4.3 <i>Hyetograph</i>	19
4.4 Debit Banjir.....	22
5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan	25

5.2	Rekomendasi.....	25
	DAFTAR PUSTAKA.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4-1. Grafik Durasi Hujan 2 Jam Pada Sta Maritim.....	20
Gambar 4-2. Grafik Durasi Hujan 3 Jam Pada Sta Maritim.....	20
Gambar 4-3. Grafik Durasi Hujan 4 Jam Pada Sta Maritim.....	20
Gambar 4-4. Grafik Durasi Hujan 5 Jam Pada Sta Maritim.....	21
Gambar 4-5. Model HEC-HMS	22
Gambar 4-6. <i>Hydrograph</i> Banjir DAS Tenggang Q_{25} dengan Durasi Hujan yang Berbeda.....	23
Gambar 4-7. <i>Hydrograph</i> Banjir DAS Sringin Q_{25} dengan Durasi Hujan yang Berbeda	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Reduced mean (Y_n) (Soemarto, 1995)	7
Tabel 2-2. Reduced Standard Deviation (S_n) (Soemarto, 1999)	7
Tabel 2-3. Reduced Variate (Y_t) (Soemarto, 1999).....	7
Tabel 2-4. Harga K untuk Distribusi <i>Log Pearson III</i> (Soemarto, 1999).....	9
Tabel 2-5. Standard Variable (Kt) (Soewarno, 1995)	11
Tabel 2-6. Faktor Frekuensi k Untuk Distribusi Log Normal 3 Parameter (Soewarno, 1995)	11
Tabel 2-7. Metode Distribusi Normal – Nilai Variable Reduksi Gauss (Soewarno, 1995)	12
Tabel 2-8. Nilai χ^2 Kritis Untuk Uji Kecocokan Chi-Square (Soewarno, 1995).....	13
Tabel 2-9. Nilai D0 Kritis Untuk Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof.....	15
Tabel 4-1. Curah Hujan Rencana DAS Tenggang dan Sringin.....	19
Tabel 4-2. Debit Q_{25} DAS Tenggang dan DAS Sringin Dengan Durasi Hujan yang Berbeda	22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Semarang kerap kali menghadapi permasalahan banjir yang seringkali menyebabkan terhambatnya aktivitas penduduknya. Bencana banjir ini berakibat pada kelumpuhan aktivitas sosial ekonomi masyarakat. Wilayah pesisir Kota Semarang merupakan daerah langganan banjir.

Dalam pengelolaan dan pengendalian banjir faktor penting sebagai masukan adalah debit banjir rencana. Debit banjir rencana dipengaruhi oleh banyak factor seperti karakteristik daerah alirang sungai (DAS) meliputi topografi, tutupan lahan serta jenis tanah. Selain itu curah hujan juga merupakan factor penentu besaran debit banjir. Dalam perhitungan debit banjir, selain nilai/besaran curah hujan diperlukan pula data durasi serta distribusi curah hujan per satuan waktu (*hyetograph*).

Penelitian banjir di Semarang telah banyak dilakukan antara lain terkait banjir rob (Suripin et al., 2017) (Wahyuningtyas et al., 2017)] (Handoyo et al., 2016)] (PT. Tera Buana Manggala Jaya, 2007)] [5], land subsidence [6], perubahan iklim [7] (Mercy Corps, 2010)]. Penelitian ini mengkhususkan untuk mengetahui tingkat sensitivitas durasi dan distribusi curah hujan terhadap debit banjir yang dihasilkan. Lokasi difokuskan pada Sungai Tenggang dan Sungai Sringin yang merupakan sungai rawan banjir di wilayah timur Kota Semarang. Dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam perhitungan debit banjir rencana pada Sungai Tenggang dan Sungai Sringin yang nantinya digunakan dalam perencanaan bangunan air ataupun dalam pengendalian banjir.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang menjadi dasar dalam penelitian "Analisa Sensitivitas Durasi Hujan Pada Perhitungan Debit Banjir DAS Tenggang Dan Sringin" ini adalah genangan banjir dan rob yang sering terjadi di wilayah tersebut. Penanggulangan genangan banjir sampai dengan saat ini belum dapat dituntaskan. Bahkan diperkirakan bahwa genangan banjir cenderung semakin meningkat. Faktor utama penyebab banjir adalah curah hujan. Perlu diketahui karakteristik hujan yang mengakibatkan banjir maksimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat sensitivitas durasi dan distribusi curah hujan terhadap debit banjir yang dihasilkan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Perubahan Karakteristik Hujan

Menurut UNDP (2007), di masa yang akan datang sebagian Wilayah Indonesia, terutamawilayah yang terletak di sebelah selatan katulistiwa, dapat mengalami musim kemarau yang lebih panjang dan musimhujan yang lebih pendek tetapi dengan curah yang lebih tinggi. Di samping itu, iklim juga kemungkinan akan menjadi makin berubah-ubah,dengan makinseringnya curah hujan yang tidak menentu. Suhu yang lebih tinggi juga mengakibatkan berkurangnya sumber air.

Secara khusus bentuk hidrograf dipengaruhi oleh bentuk DAS dan pola distribusi hujan dengan durasi tertentu (Limantara, 2010). Faktor-faktor meteorologi yang berpengaruh pada limpasan terutama adalah karakteristik hujan, yang meliputi tinggi hujan, intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi curah hujan.

1. Tinggi hujan

Tinggi hujan sangat berpengaruh terhadap limpasan permukaan.Semakin besar tinggi hujan, maka semakin besar pula limpasan yang dihasilkan.

2. Intensitas hujan

Pengaruh intensitas hujan terhadap limpasan permukaan sangat tergantung pada laju infiltrasi. Jika intensitas hujan melebihi laju infiltrasi, maka akan terjadi limpasan permukaan sejalan dengan peningkatan intensitas curah hujan. Namun demikian, peningkatan limpasan permukaan tidak selalu sebanding dengan peningkatan intensitas hujan karena adanya penggenangan di permukaan tanah. Intensitas hujan berpengaruh terhadap debit maupun volume limpasan (Limantara, 2010).

3. Durasi hujan

Total limpasan dari suatu hujan berkaitan langsung dengan durasi hujan dengan intensitas tertentu. Setiap DAS mempunyai satuan durasi hujan atau lama hujan kritis. Jika hujan yang terjadi lamanya kurang dari lama hujan kritis, maka lamanya limpasan akan sama dan tidak tergantung pada intensitas hujan (Limantara, 2010).

4. Distribusi curah hujan

Laju dan volume limpasan dipengaruhi oleh distribusi dan intensitas hujan di seluruh DAS. Secara umum, laju dan volume limpasan maksimum terjadi jika seluruh DAS telah memberi kontribusi aliran. Namun demikian, hujan dengan intensitas tinggi pada sebagian DAS dapat menghasilkan limpasan yang lebih besar dibandingkan dengan hujan biasa yang meliputi seluruh DAS (Limantara, 2010).

Perubahan iklim yang menyebabkan perubahan karakteristik hujan tentunya akan berpengaruh terhadap hidrograf banjir. Adapun karakteristik hujan yang diperkirakan berubah adalah tinggi hujan dan intensitas hujan.

2.2 Penentuan Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Kodoatie & Sjarief, 2005). Untuk penentuan luas DAS pada perencanaan embung mengacu pada Perencanaan Pengembangan Wilayah Sungai dalam rangka peningkatan kemampuan penyediaan air sungai untuk berbagai kebutuhan hidup masyarakat, sehingga meliputi beberapa ketentuan antara lain (Soemarto, 1995):

1. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) mengikuti pola bentuk aliran sungai dengan mempertimbangkan aspek geografis di sekitar Daerah Aliran Sungai yang mencakup daerah tangkapan (*cathment area*) untuk perencanaan embung tersebut.
2. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diketahui dari gambaran yang diantaranya meliputi peta-peta atau foto udara, dan pembedaan skala serta standar pemetaan sehingga dapat menghasilkan nilai-nilai yang sebenarnya.

2.3 Analisis Frekuensi

Hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam kata ulang tertentu sebagai hasil dari suatu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis

frekuensi. Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut :

1. Parameter Statistik
2. Pemilihan Jenis Metode
3. Uji Kebenaran Sebaran
4. Perhitungan Hujan Rencana

2.2.1 Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S_d), koefisien variasi (C_v), koefisien kemiringan/ *skewness* (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k). Sementara untuk memperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut (Soemarto, 1995):

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n},$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - \bar{X}\}^2}{n-1}}$$

$$C_v = \frac{S_d}{\bar{X}}$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}\}^3}{(n-1)(n-2)S_d^3}$$

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{(X_i) - \bar{X}\}^4}{S_d^4}$$

dimana :

\bar{X} = Tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

$\sum X$ = Jumlah tinggi hujan harian maksimum selama n tahun (mm)

n = Jumlah tahun pencatatan data hujan

S_d = Deviasi standar

C_v = Koefisien variasi

C_s = Koefisien kemiringan/ *skewness*

Ck = Koefisien kurtosis

Lima parameter statistik di atas akan menentukan jenis metode yang akan digunakan dalam analisis frekuensi.

2.2.2 Pemilihan Jenis Metode

Penentuan jenis metode akan digunakan untuk analisis frekuensi dilakukan dengan beberapa asumsi sebagai berikut :

- Metode Gumbel Tipe I
- Metode Log Pearson Tipe III
- Metode Log Normal
- Metode Normal

1. Metode Gumbel Tipe I

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan Metode Gumbel Tipe I digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut (Soemarto, 1995):

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n}(Y_T - Y_n)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Hubungan antara periode ulang T dengan Y_T dapat dihitung dengan rumus (Soemarto, 1999) :

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right]$$

dimana :

X_T = Nilai hujan rencana dengan data ukur T tahun (mm)

\bar{X} = Nilai rata-rata hujan (mm)

S = Deviasi standar (simpangan baku)

Y_T = Nilai reduksi variat (*reduced variate*) dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun, seperti dituliskan pada Tabel 2.3

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi variat (*reduce mean*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1

S_n = Deviasi standar dari reduksi variat (*reduced standart deviation*)

nilainya tergantung dari jumlah data (n), seperti dituliskan pada Tabel 2.2

Tabel 2-1. Reduced mean (Y_n) (Soemarto, 1995)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,5820	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									

Tabel 2-2. Reduced Standard Deviation (S_n) (Soemarto, 1999)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2046	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

Tabel 2-3. Reduced Variate (Y_t) (Soemarto, 1999)

Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

2. Metode Log Pearson Tipe III

Metode Log Pearson III apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soemarto, 1999) :

$$Y = \bar{Y} + K.S$$

di mana :

Y = Nilai logaritmik dari X atau $\log X$

X = Curah hujan (mm)

\bar{Y} = Rata-rata hitung (lebih baik rata-rata geometrik) nilai Y

S = Deviasi standar nilai Y

K = Karakteristik distribusi peluang Log-Pearson Tipe III

Langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Mengubah data curah hujan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ menjadi $\log(X_1), \log(X_2), \log(X_3), \dots, \log(X_n)$.
2. Menghitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut :

$$\overline{\log(X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \log(X_i)}{n}$$

dimana :

$\overline{\log(X)}$ = Harga rata-rata logaritmik

n = Jumlah data

X_i = Nilai curah hujan tiap-tiap tahun (R_{24} maks) (mm)

3. Menghitung harga deviasi standarnya (Sd) dengan rumus berikut :

$$Sd \log x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^2}{n-1}}$$

dimana :

Sd = Deviasi standar

4. Menghitung koefisien *skewness* (Cs) dengan rumus :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^3}{(n-1)(n-2)Sd^3}$$

dimana :

C_s = Koefisien *skewness*

5. Menghitung logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan rumus :

$$\text{Log}(X_T) = \overline{\log(X)} + K \cdot S_d$$

dimana :

X_T = Curah hujan rencana periode ulang T tahun (mm)

K = Harga yang diperoleh berdasarkan nilai C_s yang didapat
(Tabel 2.4)

6. Menghitung koefisien kurtosis (C_k) dengan rumus :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n \{\log(X_i) - \overline{\log(X)}\}^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4}$$

dimana :

C_k = Koefisien kurtosis

7. Menghitung koefisien variasi (C_v) dengan rumus :

$$C_v = \frac{S_d}{\overline{\log(X)}}$$

dimana :

C_v = Koefisien variasi

S_d = Deviasi standar

Tabel 2-4. Harga K untuk Distribusi Log Pearson III (Soemarto, 1999)

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
0,6	0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,200	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

3. Metode Log Normal

Metode log normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$X_T = \bar{X} + Kt.S$$

dimana :

X_T = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang T tahun.

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

S = Standar Deviasi data hujan maksimum tahunan

Kt = *Standard Variable* untuk periode ulang T tahun yang besarnya diberikan seperti ditunjukkan pada Tabel 2.5

Tabel 2-5. Standard Variable (Kt) (Soewarno, 1995)

T (Tahun)	Kt	T (Tahun)	Kt	T (Tahun)	Kt
1	-1.86	20	1.89	90	3.34
2	-0.22	25	2.10	100	3.45
3	0.17	30	2.27	110	3.53
4	0.44	35	2.41	120	3.62
5	0.64	40	2.54	130	3.70
6	0.81	45	2.65	140	3.77
7	0.95	50	2.75	150	3.84
8	1.06	55	2.86	160	3.91
9	1.17	60	2.93	170	3.97
10	1.26	65	3.02	180	4.03
11	1.35	70	3.08	190	4.09
12	1.43	75	3.60	200	4.14
13	1.50	80	3.21	221	4.24
14	1.57	85	3.28	240	4.33
15	1.63	90	3.33	260	4.42

**Tabel 2-6. Faktor Frekuensi k Untuk Distribusi Log Normal 3 Parameter
(Soewarno, 1995)**

Koefisien Kemencengan (CS)	Peluang kumulatif (%)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	20	50	100
-2,00	0,2366	-0,6144	-1,2437	-1,8916	-2,7943	-3,5196
-1,80	0,2240	-0,6395	-1,2621	-1,8928	-2,7578	-3,4433
-1,60	0,2092	-0,6654	-1,2792	-1,8901	-2,7138	-3,3570
-1,40	0,1920	-0,6920	-1,2943	-1,8827	-2,6615	-3,2601
-1,20	0,1722	-0,7186	-1,3067	-1,8696	-2,6002	-3,1521
-1,00	0,1495	-0,7449	-1,3156	-1,8501	-2,5294	-3,0333
-0,80	0,1241	-0,7700	-1,3201	-1,8235	-2,4492	-2,9043
-0,60	0,0959	-0,7930	-0,3194	-1,7894	-2,3600	-2,7665
-0,40	0,0654	-0,8131	-0,3128	-1,7478	-2,2631	-2,6223
-0,20	0,0332	-0,8296	-0,3002	-1,6993	-2,1602	-2,4745
0,00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,20	-0,0332	0,8996	0,3002	1,5993	2,1602	2,4745
0,40	-0,0654	0,8131	0,3128	1,7478	2,2631	2,6223
0,60	-0,0959	0,7930	0,3194	1,7894	2,3600	2,7665
0,80	-0,1241	0,7700	1,3201	1,8235	2,4492	2,9043
1,00	-0,1495	0,7449	1,3156	1,8501	2,5294	3,0333
1,20	-0,1722	0,7186	1,30567	1,8696	2,6002	3,1521
1,40	-0,1920	0,6920	1,2943	1,8827	2,6615	3,2601
1,60	-0,2092	0,6654	1,2792	1,8901	2,7138	3,3570
1,80	-0,2240	0,6395	1,2621	1,8928	2,7578	3,4433
2,00	-0,2366	0,6144	1,2437	1,8916	2,7943	3,5196

4. Metode Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga disttibusi Gauss.

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

dimana :

X_T = Besarnya curah hujan dengan periode ulang T tahun.

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm)

Sd = Standar Deviasi data hujan maksimum

Kt = Standard Variable untuk periode ulang 1 tahun yang besarnya diberikan pada Tabel 2.7

Tabel 2-7. Metode Distribusi Normal – Nilai Variable Reduksi Gauss

(Soewarno, 1995)

No	Periode Ulang (T) Tahun	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,250	0,800	-0,84
3	1,670	0,600	-0,25
4	2,500	0,400	0,25
5	2,000	0,500	0
6	5,000	0,200	0,84
7	10,000	0,100	1,28
8	20,000	0,050	1,64
9	50,000	0,020	2,05
10	100,000	0,010	2,33

2.2.3 Uji Keselarasan Sebaran

Uji keselarasan sebaran dilakukan untuk mengetahui jenis metode yang paling sesuai dengan data hujan. Uji metode dilakukan dengan uji keselarasan distribusi yang dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih, dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995).

Ada dua jenis uji keselarasan yaitu uji keselarasan Chi Kuadrat (*Chi Square*) dan *Smirnov Kolmogorof*.

1. Uji Keselarasan Chi Kuadrat (*Chi Square*)

Prinsip pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas, dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut, atau dengan membandingkan nilai *chi square* (X^2) dengan

nilai *chi square* kritis (X^2_{cr}). Uji keselarasan chi kuadrat menggunakan rumus (Soewarno, 1995) :

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

dimana :

X^2 = Harga *Chi-Square* terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

N = Jumlah data

Suatu distribusi dikatakan selaras jika nilai X^2 hitung $< X^2$ kritis. Nilai X^2 kritis dapat dilihat di Tabel 2.7. dari hasil pengamatan yang didapat dicari penyimpangannya dengan *chi square* kritis paling kecil. Untuk suatu nilai nyata tertentu (*level of significant*) yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995) :

$$Dk = K - (R + 1)$$

dimana :

Dk = Derajat kebebasan

K = Jumlah Kelas

R = Nilai untuk distribusi normal dan binominal, R = 2 dan untuk distribusi poisson R = 1

Adapun kriteria penilaian hasilnya adalah sebagai berikut :

- Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan dirtibusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- Apabila peluang lebih kecil dari 1%-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu penambahan data.

Tabel 2-8. Nilai χ^2 Kritis Untuk Uji Kecocokan Chi-Square (Soewarno, 1995)

dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597

dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
dk	α Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,41	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,683	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

2. Uji Keselarasan *Smirnov Kolmogorof*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorof* sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametrik test*) karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

Rumus yang dipakai (Soewarno, 1995) :

$$\alpha = \frac{P_{\max} - P_{(xi)}}{P_{(x)} \Delta_{Cr}}$$

Prosedur uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorof* adalah :

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya (peluang pengamatan) dan tentukan besarnya nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran grafis data (persamaan distribusinya) :

peluang pengamatan	peluang teoritis
$X_1 \rightarrow P(X_1)$	$X_1 \rightarrow P'(X_1)$
$X_2 \rightarrow P(X_2)$	$X_2 \rightarrow P'(X_2)$
$X_m \rightarrow P(X_m)$	$X_m \rightarrow P'(X_m)$
$X_n \rightarrow P(X_n)$	$X_n \rightarrow P'(X_n)$

2. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya.

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

3. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov – Kolmogorof test*).

Tabel 2-9. Nilai D0 Kritis Untuk Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Jumlah data n	α derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	1,07/n	1,22/n	1,36/n	1,63/n

Dimana α = derajat kepercayaan

(Sumber : Soewarno,1995)

2.4 HEC-HMS

HEC-HMS (*Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System*)

adalah software yang dikembangkan oleh *U.S Army Corps of Engineering*. HEC-HMS digunakan untuk analisis hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (*run off*) dari sebuah wilayah sungai. Software ini didesain untuk bisa diaplikasikan dalam area geografik yang sangat luas untuk menyelesaikan masalah, meliputi suplai air daerah pengaliran sungai, hidrologi banjir, dan limpasan air di daerah kota kecil ataupun kawasan tangkapan air alami. Hidrograf satuan yang dihasilkan dapat digunakan langsung ataupun digabungkan dengan software lain yang digunakan dalam ketersediaan air, drainase perkotaan, ramalan dampak urbanisasi, desain pelimpah, pengurangan kerusakan banjir, regulasi penanganan banjir, dan sistem operasi hidrologi (Corps of Engineers, 2010).

Model HEC – HMS dapat memberikan simulasi hidrologi dari puncak aliran harian untuk perhitungan debit banjir rencana dari suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Model HEC-HMS mengemas berbagai macam metode yang digunakan dalam analisis hidrologi. Dalam pengoperasiannya menggunakan basis sistem windows, sehingga model ini menjadi mudah dipelajari dan mudah untuk digunakan, tetapi tetap dilakukan dengan pendalaman dan pemahaman dengan model yang digunakan. Di dalam model HEC-HMS mengangkat teori klasik hidrograf satuan untuk digunakan dalam permodelannya, antara lain hidrograf satuan sintetik Synder, Clark, SCS, ataupun kita dapat mengembangkan hidrograf satuan lain dengan menggunakan fasilitas user define hydrograph (*U.S Army Corps of Engineering*, 2001). Sedangkan untuk menyelesaikan analisis hidrologi ini, digunakan hidrograf satuan sintetik dari SCS (*soil conservation service*) dengan menganalisis beberapa parameternya.

BAB II

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

1. Pengumpulan data,

Pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi data dari berbagai instansi terkait. Adapun data yang diperlukan antara lain:

- ✓ peta topografi,
- ✓ peta tutupan lahan/landuse,
- ✓ peta jenis tanah
- ✓ data curah hujan harian dan jam-jaman.

Data tersebut diperoleh dari BBWS Pemali Juana, Dinas PSDA Provinsi Jawa Tengah serta Badan Informasi Geografis (BIG).

2. Delineasi DAS,

Delineasi daerah aliran sungai dilakukan dengan bantuan peta topografi berupa peta kontur dan sungai. DAS dibuat dengan menghubungkan kontur bukit sebagai batasan wilayahnya.

3. Analisis curah hujan DAS,

Analisis curah hujan DAS dilakukan dengan 4 model distribusi frekuensi antara lain Normal, Log Normal, Log Pearson dan Gumbell. Dari keempat model ini akan dipilih 1 model untuk kemudian dilakukan uji distribusi menggunakan uji Chi-Square dan Smirnov Kolmogorov.

4. Analisis distribusi curah hujan,

Analisis durasi dan distribusi curah hujan dilakukan menggunakan data curah hujan jam-jaman. Dari data jam-jaman dikelompokkan data dengan durasi hujan yang sama. Kemudian data ini dihitung nilai prosentasi tiap jamnya.

5. Analisis debit banjir.

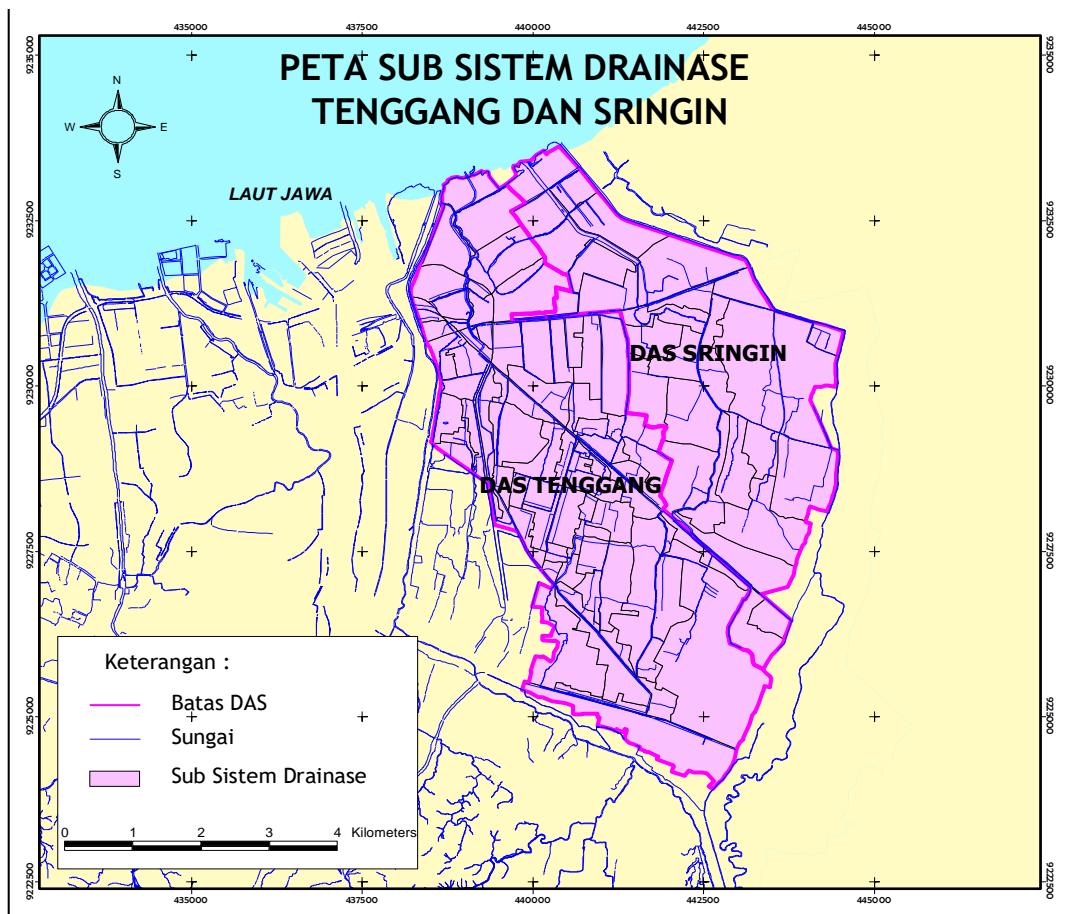
Analisis debit banjir pada penelitian ini menggunakan perangkat lunak HEC-HMS. Perhitungan dilakukan dengan distribusi curah hujan/hyetograph untuk beberapa durasi hujan.

BAB IV

ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Delineasi DAS dan Sub DAS

Hal yang terlebih dahulu dilakukan adalah menentukan DAS dan sub DAS dari Sungai Tenggang dan Sringin. Pembagian DAS dan Sub DAS pada penelitian ini mengacu pada Dokumen Masterplan Drainase Kota Semarang tahun 2007. DAS Tenggang terbagi menjadi 81 sub DAS, sedangkan DAS Sringin terbagi menjadi 26 sub DAS. Pembagian sub DAS ini berdasarkan saluran drainase pada wilayah tersebut.



Sumber : *Masterplan Drainase Kota Semarang (PT. Tera Buana, 2007)*

Gambar 1. Sub Sistem Drainase Tenggang – Sringin

4.2 Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan daerah maksimum tahunan dilakukan dengan menggunakan metode Thiessen. Cara ini memperhitungkan luas daerah yang diwakili oleh stasiun yang

bersangkutan untuk digunakan sebagai koefisien dalam menghitung hujan maksimum harian rata-rata daerah, atau biasa disebut koefisien *Thiessen* (C). Pos hujan yang digunakan dalam analisis adalah Sta Maritim, Sta Karangroto dan Sta Pucanggading.

Data hujan yang dipakai dalam analisis diambil rentang waktu selama 30 tahun mulai dari tahun 1984-2013. Untuk mengetahui perubahan karakteristik hujan sebagai akibat dari perubahan iklim, akan lebih baik jika menggunakan data yang lebih panjang misal 100 tahun. Akan tetapi karena keterbatasan data, diasumsikan bahwa dengan data rentang waktu 30 tahun dapat dilihat perubahan karakteristi hujan.

Hasil analisis frekuensi curah hujan harian maksimum pada DAS Tenggang ditampilkan pada Tabel 4-1.

Tabel 4-1. Curah Hujan Rencana DAS Tenggang dan Sringin

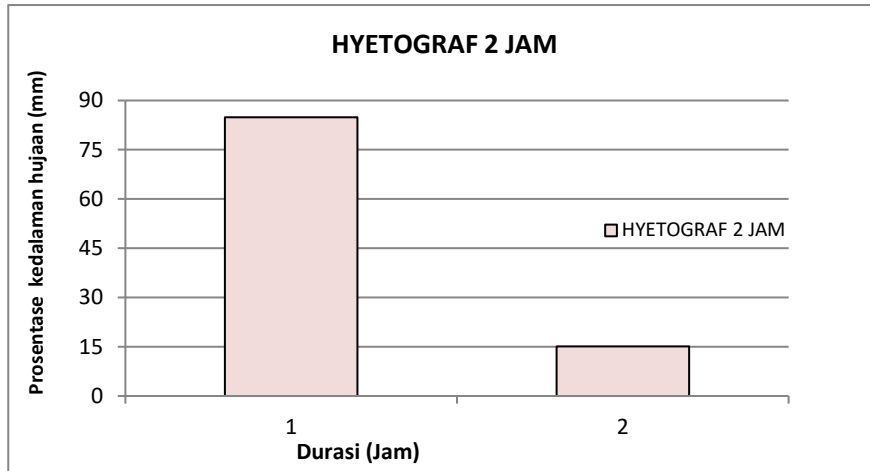
No	Periode Ulang	DAS Tenggang	DAS Sringin
		(mm)	(mm)
1	2	84,5	108,7
2	5	106,8	140,8
3	10	118,4	162,3
4	20	128,0	183,2
5	25	130,8	189,9
6	50	138,8	210,8
7	100	146,0	232,0
8	1000	166,1	306,8

Sumber : Hasil Analisis

4.3 Hyetograph

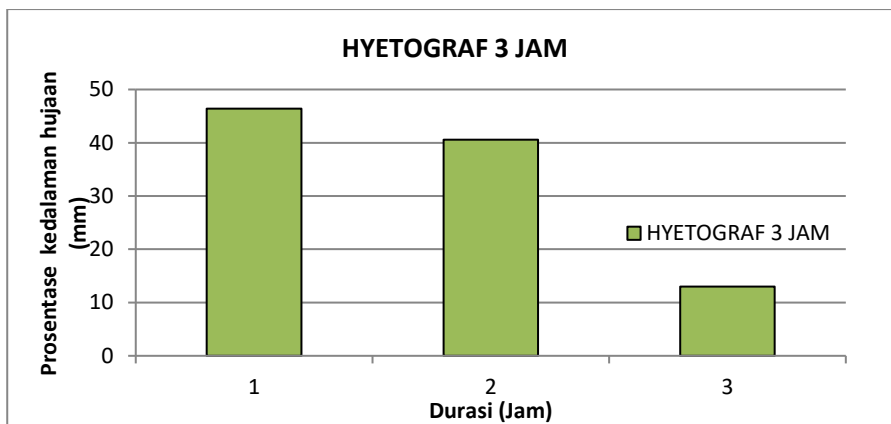
Salah satu inputan dalam model HEC-HMS adalah *meteorologic model* yang merupakan data distribusi curah hujan efektif (*hyetograph*) dapat berupa 15 menit atau jam-jaman. Distribusi hujan rencana pada studi ini didasarkan pada data intensitas hujan yang ada di Sta Maritim. Pada studi ini, model HEC-HMS akan dianalisis dengan beberapa durasi hujan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui sensitivitas durasi hujan pada debit banjir yang dihasilkan. Durasi hujan yang diambil adalah 2 jam, 3 jam, 4 jam dan 5 jam. Adapun grafik durasi hujan untuk Sta. Maritim ditampilkan dalam Gambar 2

sampai dengan Gambar 5.



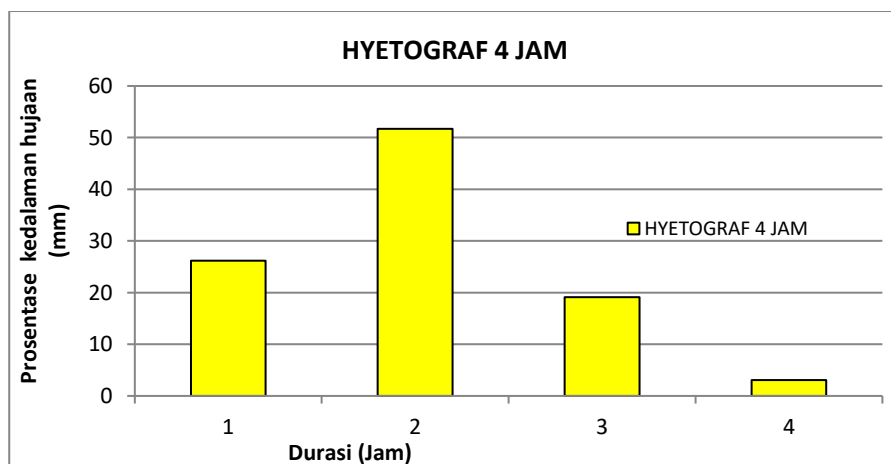
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4-1. Grafik Durasi Hujan 2 Jam Pada Sta Maritim



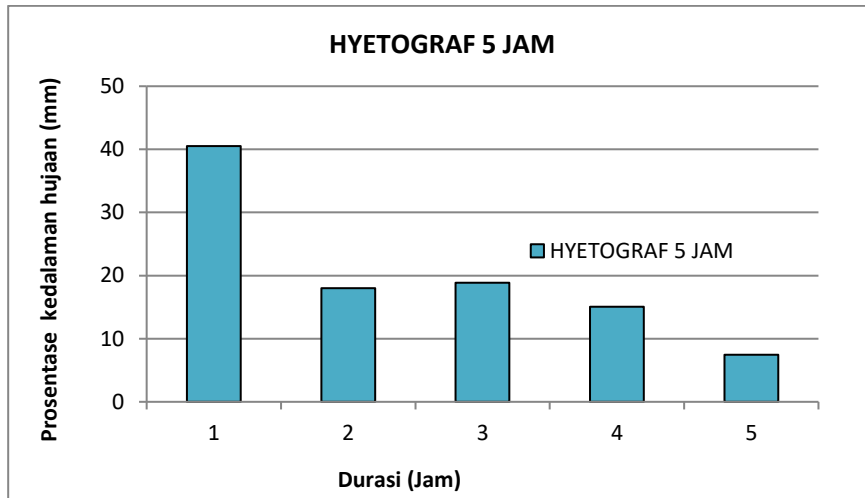
Sumber: Hasil Analisis

Gambar 4-2. Grafik Durasi Hujan 3 Jam Pada Sta Maritim



Sumber: Hasil Analisis

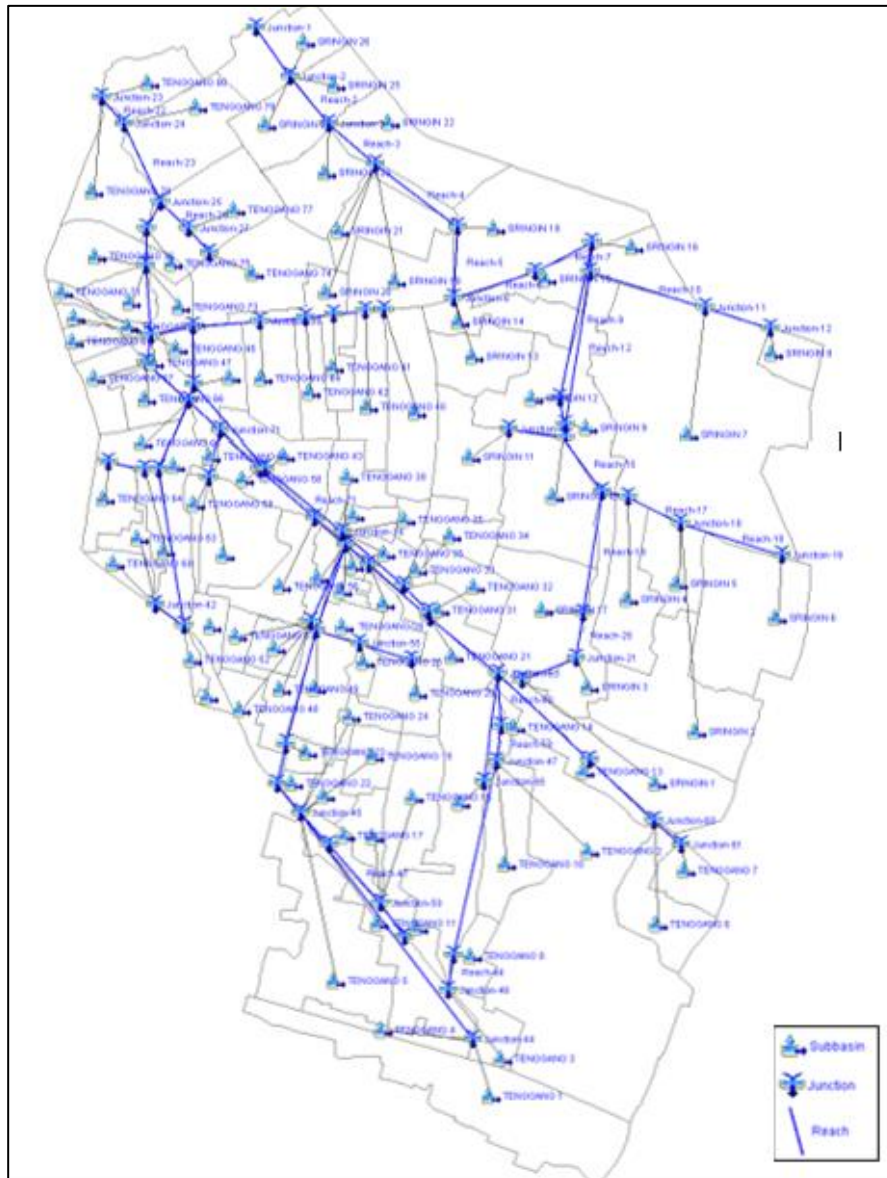
Gambar 4-3. Grafik Durasi Hujan 4 Jam Pada Sta Maritim



Sumber :Hasil Analisis

Gambar 4-4. Grafik Durasi Hujan 5 Jam Pada Sta Maritim

Durasi hujan tersebut digunakan sebagai inputan pada model HEC-HMS untuk memprediksi debit banjir yang dihasilkan. Adapun gambar jejaring model HEC-HMS ditampilkan pada Gambar 4-5. Pada studi ini, model disetting untuk running dengan metode *SCS Unit Hydrograph* dan mempertimbangkan kehilangan air pada DAS dengan metode *SCS Curve Number* serta kehilangan air pada sungai dengan metode *Muskingum*.



Gambar 4-5. Model HEC-HMS

4.4 Debit Banjir

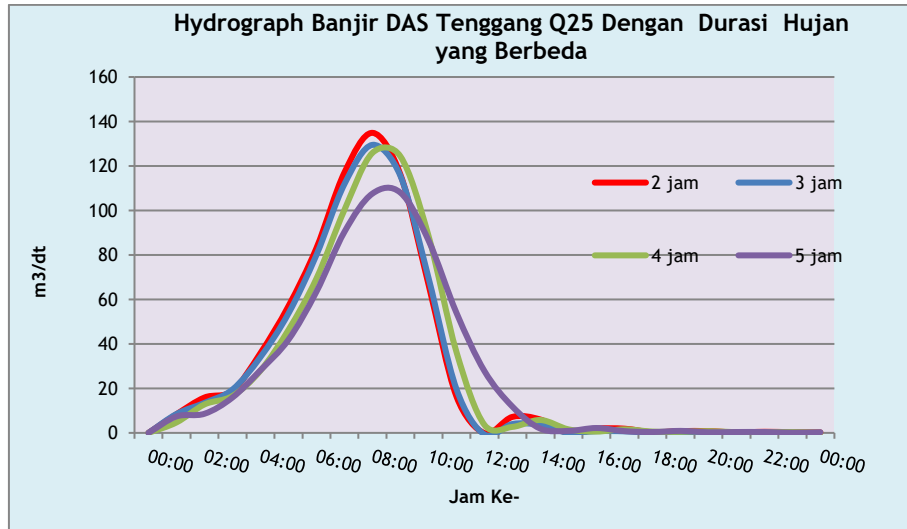
Dari hasil analisis debit banjir pada Sungai Tenggara dan Sungai Sringin dengan durasi dan *hyetograph* hujan yang berbeda diperoleh hasil sebagai berikut.

Tabel 4-2. Debit Q_{25} DAS Tenggara dan DAS Sringin Dengan Durasi Hujan yang Berbeda

No	Durasi hujan	Sungai Tenggara Q_{25} (m^3/dt)	Sungai Sringin Q_{25} (m^3/dt)
1	2 jam	134,90	96.70

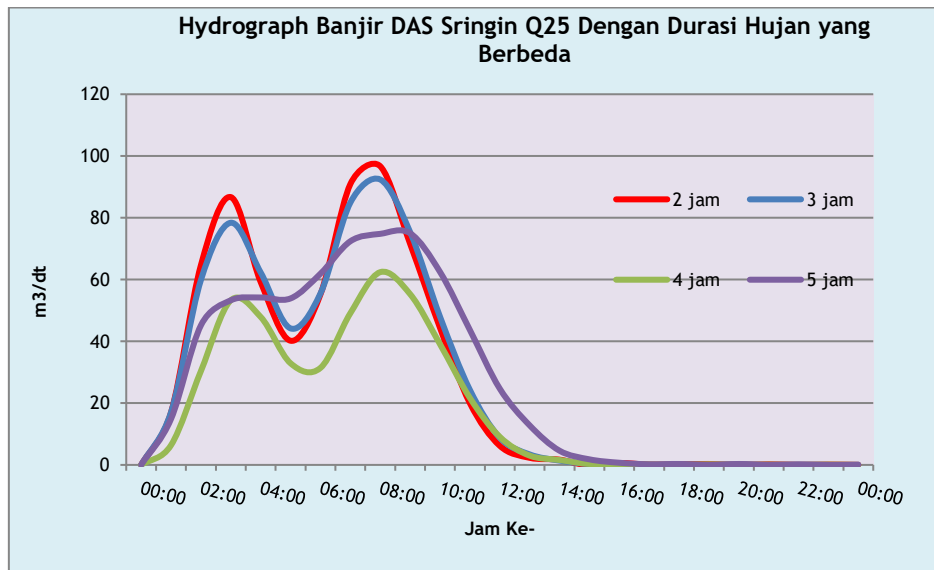
No	Durasi hujan	Sungai Tenggara Q ₂₅ (m ³ /dt)	Sungai Sringin Q ₂₅ (m ³ /dt)
2	3 jam	129,50	92.40
3	4 jam	125,90	62.40
4	5 jam	108,00	75.00

Sumber :Hasil Analisis



Sumber :Hasil Analisis

Gambar 4-6. Hydrograph Banjir DAS Tenggara Q₂₅ dengan Durasi Hujan yang Berbeda



Sumber :Hasil Analisis

Gambar 4-7. Hydrograph Banjir DAS Sringin Q₂₅ dengan Durasi Hujan yang Berbeda

Dari hasil analisis diketahui bahwa *hyetograph* curah hujan pada durasi yang berbeda menghasilkan pola distribusi yang berbeda pula. Pada *hyetograph* durasi 2, 3 dan 5 puncak hujan berada di jam pertama sedangkan pada durasi 4 jam berada di jam kedua.

Input durasi yang berbeda pada perhitungan debit banjir menghasilkan debit yang berbeda pula. Pada Sungai Tenggang dan Sungai Sringin, input *hyetograph* durasi hujan 2 tahun menghasilkan debit yang paling maksimum dibandingkan dengan yang lainnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. *Hyetograph* hujan untuk durasi yang berbeda menghasilkan pola distribusi yang berbeda pula.
2. *Hyetograph* hujan pada durasi 2 jam menghasilkan debit yang paling maksimum diantara durasi lainnya baik pada Sungai Tenggang maupun Sungai Sringin.

5.2 Rekomendasi

Rekomendasi yang bisa diberikan terkait dengan kegiatan ini antara lain:

1. Keterbatasan data curah hujan jam-jaman perlu diantisipasi dengan penambahan pos hujan otomatis.
2. Kalibrasi hasil model tidak bisa dilakukan dikarenakan tidak adanya data tinggi muka air jam-jaman. Harapannya pada tiap-tiap sungai dibangun pos pengamatan TMA/debit otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo, G., Suryoputro, A. A. D., & Subardjo, P. (2016). Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 55. <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.601>
- Kodoatie, R., & Sjarief, R. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpdau*. Andi.
- Mercy Corps. (2010). *Vulnerability And Adaptation Assessment To Climate Change In Semarang City*.
- PT. Tera Buana Manggala Jaya. (2007). *Penyusunan Dokumen Masterplan Drainase Semarang*.
- Soemarto, C. (1995). *Hidrologi Teknik*. Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid I*. Nova.
- Suripin, S., Pujiastuti, R., & Widjonarko. (2017). *The Initial Step For Developing Sustainable Urban Drainage System In Semarang City-Indonesia*. 171, 1486–1494. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.478>
- Wahyuningtyas, A., Pahlevari, J. E., Darsono, S., Budienny, H., Sipil, D. T., Teknik, F., Diponegoro, U., Barat, S., Tengah, S., Tugu, K., & Bringin, S. (2017). *Pengendalian banjir sungai bringin semarang*. 6, 161–171.

Lampiran 1. Surat Tugas



YAYASAN UNRARIS KABUPATEN SEMARANG
UNIVERSITAS DARUL ULUM ISLAMIC CENTRE SUDIRMAN GUPPI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT

Jl. TentaraPelajar No. 13 Telp (024) 6923180, Fax. (024) 76911689 UngaranTimur 50514
Website : undaris.ac.id email : info@undaris.ac.id

SURAT TUGAS

Nomor: 026a/A.II/1/2022

Ketua LPPM Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman GUPPI (UNDARIS)

Ungaran, dengan ini memberikan tugas kepada:

Nama : Ratih Pujiastuti, S.T, M.T.
NIDN : 0623068302
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk. I/IIIb
Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
Instansi : UNRARIS Ungaran
Tugas : Melakukan penelitian dengan judul " Analisa Sensitivitas Durasi Hujan Pada Perhitungan Debit Banjir Das Tenggang dan Sringin"
Hari, Tanggal : 1 Februari – 30 April 2022
Tempat : Kota Semarang

Demikian untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan menyampaikan laporan setelah selesai melaksanakan tugas.

Ungaran, 31 Januari 2022

a.n. Ketua
Sekretaris,

Yogi Ageng Sri Legowo, S.Pd., M.Pd
NIDN. 0624069201



Mengetahui

Telah melaksanakan tugas sebagaimana mestinya



DAFTAR PUSTAKA

- Handoyo, G., Suryoputro, A. A. D., & Subardjo, P. (2016). Genangan Banjir Rob Di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 55.
<https://doi.org/10.14710/jkt.v19i1.601>
- Kodoatie, R., & Sjarief, R. (2005). *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpdau*. Andi.
- Mercy Corps. (2010). *Vulnerability And Adaptation Assessment To Climate Change In Semarang City*.
- PT. Tera Buana Manggala Jaya. (2007). *Penyusunan Dokumen Masterplan Drainase Semarang*.
- Soemarto, C. (1995). *Hidrologi Teknik*. Erlangga.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Jilid I*. Nova.
- Suripin, S., Pujiastuti, R., & Widjonarko. (2017). *The Initial Step For Developing Sustainable Urban Drainage System In Semarang City-Indonesia*. 171, 1486–1494. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.478>
- Wahyuningtyas, A., Pahlevari, J. E., Darsono, S., Budienny, H., Sipil, D. T., Teknik, F., Diponegoro, U., Barat, S., Tengah, S., Tugu, K., & Bringin, S. (2017). *Pengendalian banjir sungai bringin semarang*. 6, 161–171.

