

IDENTIFIKASI DEBIT BANJIR DAN *REDESIGN* SALURAN DRAINASE SEBAGAI PENGENDALIAN BANJIR (Studi Kasus Kebon Baru Jakarta Selatan)

Josua Kelpin Nauli*, Deasilia Indrasari

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Jl. Sunter Permai Raya,
Jakarta Utara, DKI Jakarta

*Email: siregarkelpin@yahoo.com

Abstrak

Jakarta Selatan merupakan kota yang rawan banjir. Selain itu, Jakarta memiliki topografi dataran rendah dan tipe musim penghujan. Hal tersebut menyebabkan masalah yang berulang setiap tahunnya apabila tidak dilakukan peninjauan ulang terhadap curah hujan beberapa tahun belakang. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk identifikasi hujan kala ulang sebagai pengendalian banjir. Pengambilan data curah hujan 20 tahun belakangan dari Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika dan peta topografi dari Dinas SDA DKI Jakarta. Selanjutnya, dilakukan analisis hujan rencana dan debit banjir rencana kala ulang maksimal 10 tahun menggunakan perhitungan manual distribusi frekuensi dengan hasil Goodness of Fit Test terhadap Log Pearson Tipe III adalah $R_10 = 214,091$ mm/jam. Distribusi frekuensi kemudian digunakan untuk perhitungan Intensity-Duration-Frequency (IDF) dalam waktu 2 jam sebesar 46,756 mm/jam dan debit banjir rencana, $Q_p 10 = 3,108$ m³/s untuk saluran air Jalan Asem Baris Raya. Nilai terbesar berada di Jalan Asem Baris Raya dengan besarnya Q_p rencana = 3,608 m³/s. Hasil penelitian ini disimpulkan, semakin kecil dimensi saluran air dan besarnya debit hujan akan menjadi kejadian banjir. Untuk itu perlu pendesainan ulang dan partisipasi masyarakat merawat saluran air karena penting sebagai pengendalian banjir.

Kata kunci: Rawan Banjir, Distribusi Frekuensi, Goodness of Fit Test, Asem Baris Raya

Abstract

South Jakarta is a city prone to flooding. In addition, Jakarta has a lowland topography and a rainy season type. This causes problems that recur every year if there is no review of the rainfall in the past few years. Based on this, this study aims to identify recurrent rain as flood control. Collecting rainfall data for the last 20 years from the Meteorology, Climatology, Geophysics Agency and topographic maps from the DKI Jakarta SDA Office. Furthermore, the analysis of rain plans and flood discharge plans for a maximum period of 10 years using manual calculation of frequency distribution with the results of the Goodness of Fit Test for Log Pearson Type III is $R_10 = 214.091$ mm / hour. The frequency distribution is then used for the calculation of Intensity-Duration-Frequency (IDF) within 2 hours of 46,756 mm / hour and the planned flood discharge, $Q_p 10 = 3,108$ m³ / s for the Asem Baris Raya water channel. The largest value is on Jalan Asem Baris Raya with a planned $Q_p = 3.608$ m³ / s. The results of this study concluded, the smaller the dimensions of the waterways and the amount of rain discharge will be a flood event. For this reason, it is necessary to redesign and participate in the maintenance of water channels because it is important for flood control.

Keywords: Prone Flooding, Frequency Distribution, Goodness of Fit Test, Asem Baris Raya

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Administrasi Jakarta Selatan memiliki titik koordinat pada 106° 48' 21,96" BT - 6° 16' 6,96" LS yang dicirikan dengan musim kemarau dan musim penghujan. Fenomena *La Nina* dan periode *monsoon*, berpengaruh apabila sistem resapan air tanah di Kota Jakarta yang tidak baik makacurah hujan yang jatuh akan tidak tertampung oleh penampang aliran sungai dan terjadi luapandisekitar sub Daerah Aliran Sungai (DAS).

Banjir di Jakarta sudah menjadi masalah yang kerap terjadi terutama dengan adanya faktor sekunder dan faktor primer. Faktor sekunder adalah intensitas hujan yang tinggi. Faktor primer adalah kebiasaan masyarakat Jakarta membuang sampah pada saluran air perkotaan, banyak saluran

drainase yang menyempit oleh padatnya bangunan, menebalnya sedimentasi yang terakumulasi oleh sampah – sampah maupun faktor pengurai lainnya dan tidak terpeliharanya sistem tersebut.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2020), Jakarta Utara dengan 5 kelurahan, 738 orang mengungsi, Jakarta Timur dengan 6 kelurahan, 3.640 orang mengungsi, Jakarta Barat dengan 18 kelurahan, 2.887 orang mengungsi, Jakarta Pusat dengan data nihil dan Jakarta Selatan dengan 10 kelurahan, 4.209 orang mengungsi dan ketinggian air mencapai 0,3-1,2 meter.

Pengendalian banjir yang umum dilakukan adalah seperti *micro drainage system*. Oleh karena itu, agar dapat mencegah terjadinya banjir pada daerah perkotaan, suatu sistem drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan juga keadaan lingkungan daerah sekitar (Dibyosaputro & Widiyanto, 1994).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, adanya perubahan tata guna lahan, dan kerusakan atau sempitnya saluran drainase maka rumusan permasalahan dapat dinyatakan sebagai berikut:

- a. Berapa debit banjir periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25, Q30, Q50, dan Q100 tahun?
- b. Apakah drainase saluran Jalan Asem Baris Raya pada kondisi eksisting perlu dilakukan pembaruan bentuk dimensi dan kedalaman?
- c. Bagaimana dimensi saluran drainase pada Jalan Asem Baris Raya untuk mengatasi genangan banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan:

- a. Mengetahui debit banjir periode ulang Q2, Q5, Q10, Q25, Q30, Q50, dan Q100 tahun.
- b. Mengetahui apakah drainase saluran Jalan Asem Baris Raya pada kondisi eksisting perlu dilakukan pembaruan bentuk dimensi dan kedalaman.
- c. Mengetahui dimensi saluran drainase pada Jalan Asem Baris Raya untuk mengatasi genangan banjir.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Data 20 tahun curah hujan yang digunakan merupakan stasiun curah hujan Halim Perdana.
- b. Aliran air dilokasi studi penelitian dianggap *steady flow*.
- c. Penelitian ini hanya menganalisis kapasitas saluran drainase.
- d. Tidak ada limpasan debit yang masuk pada sisi hulu saluran drainase Jalan Asem Baris Raya, analisis banjir hanya berasal dari daerah tangkapan air (*catchment area*) saluran drainase Jalan Asem Baris Raya.
- e. Analisis hanya memperhitungkan aliran limpasan akibat hujan daerah.
- f. Batas daerah penelitian adalah daerah tangkapan air yang masuk ke saluran drainase Jalan Asem Baris Raya 0,75 Km².

1.5 Manfaat Penelitian

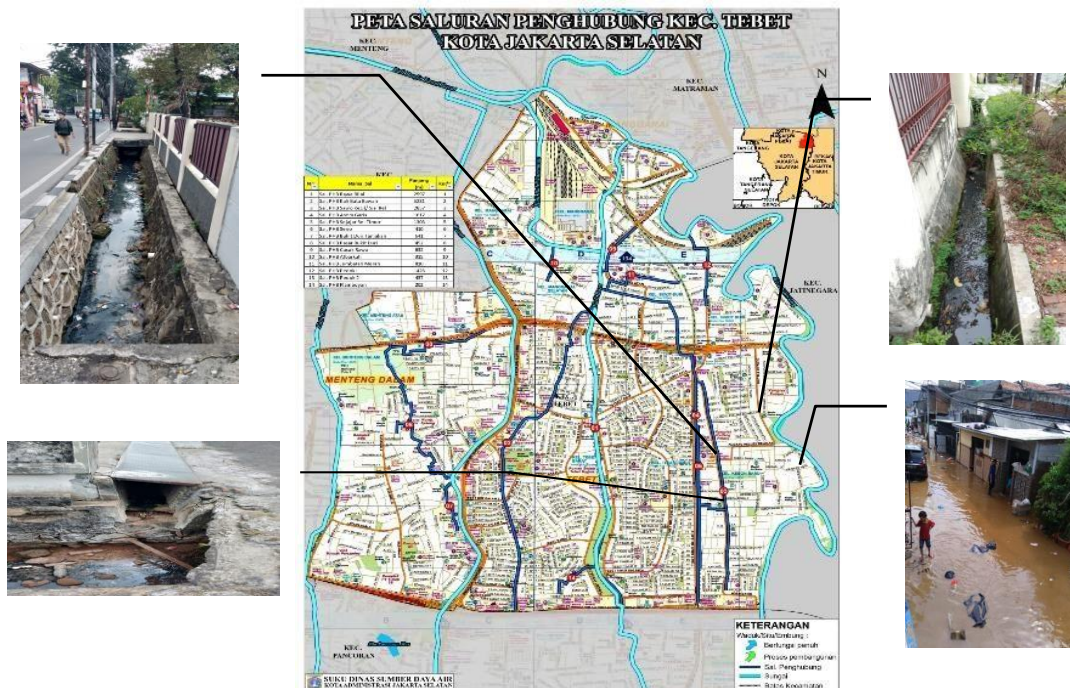
Adapun manfaat dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Manfaat teoritis, analisis hidraulika dilakukan untuk mengatasi genangan banjir di Jalan Asem Baris Raya, Jalan Kebon Baru, dan Jalan Gudang Peluru Raya yang dapat diterima dalam kondisi hujan lebat.
- b. Hasil analisis dalam praktek keefektifan saluran drainase dapat menjawab solusi permasalahan genangan banjir di 3 lokasi saluran studi kasus.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu

Penelitian yang dilakukan dengan variabel identifikasi debit hujan sebagai pengendalian banjir memiliki jadwal penelitian pada bulan Maret sampai Juli 2020. Lokasi penelitian dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Kondisi saluran penghubung dan kondisi wilayah tergenang.



Gambar 1. Kondisi saluran penghubung dan kondisi wilayah tergenang

2.2 Bahan dan Kerangka Berpikir

2.2.1 Bahan

Data – data yang digunakan dalam penelitian ini:

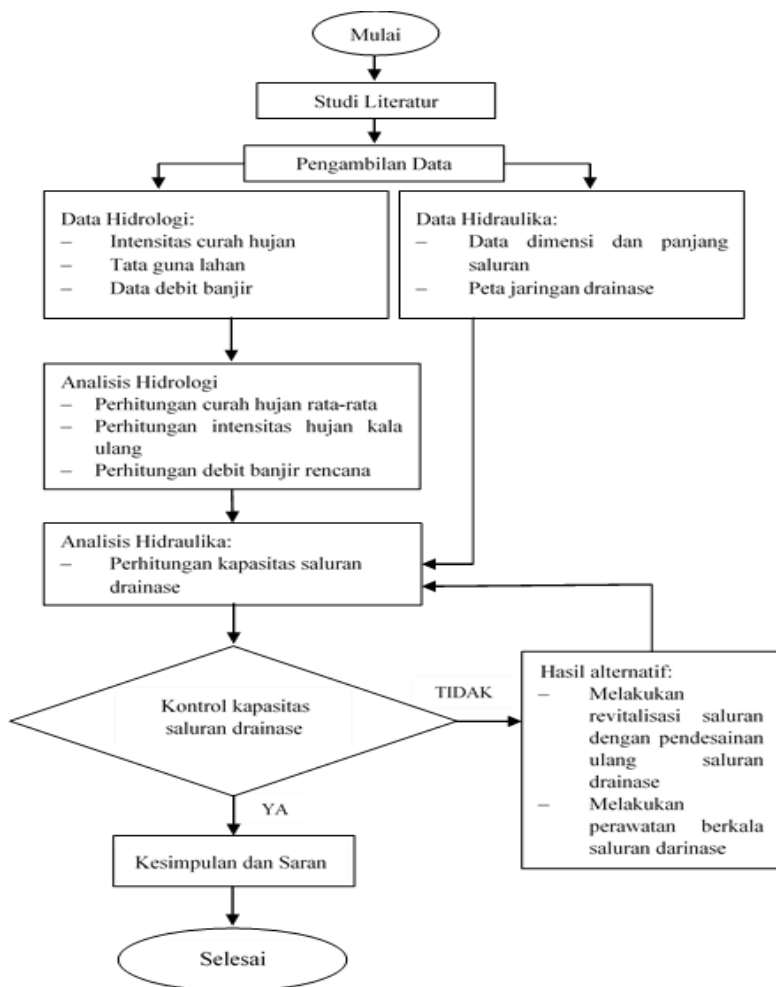
- Wilayah studi dalam penelitian ini merupakan kawasan berdekatan dengan Daerah Aliran Sungai Ciliwung, khususnya Kelurahan Kebon Baru.
- Data 20 tahun curah hujan yang digunakan merupakan stasiun curah hujan Halim Perdana Kusuma yang didapat secara *online* melalui Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
- Peta tata guna lahan yang digunakan adalah data SDA (Sumber Daya Air) DKI Jakarta.
- Peta daerah aliran sungai atau saluran drainase kawasan Kecamatan Tebet, Kelurahan Kebon Baru, Jakarta Selatan merupakan hasil permintaan data dari Dinas Sumber Daya Air DKI Jakarta.
- Dokumentasi observasi lapangan terkait pengukuran lebar saluran drainase kondisi eksisting, kedalaman total saluran, dan kedalaman genangan banjir.

Selanjutnya, data hujan sudah diperoleh perlu dilakukan pengolahan data curah hujan, pengujian distribusi curah hujan rencana, pengujian kecocokan data hujan (*Goodness of Fit Test*), perhitungan kala ulang hujan rencana, dan desain debit banjir.

Debit banjir desain (Q desain) pada saluran drainase di Jalan Asem Baris Raya, Jalan Kebon Baru, dan Jalan Gudang Peluru Raya dilakukan dengan menganalisis curah hujan I_t dan Q hidrologi.

2.2.2 Kerangka Berpikir

Penelitian yang dilakukan memiliki urutan pelaksanaan atau memiliki kerangka berpikir. Gambar 2. Kerangka berpikir penelitian.



Gambar 2. Kerangka berpikir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengolahan Data Curah Hujan

Data hujan yang diperlukan adalah curah hujan 20 tahun belakang yang diperoleh secara *online* di Dinas Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Berikut Tabel 1. Perhitungan Parameter Statistik.

Tabel 1. Perhitungan parameter statistik

Tahun	x_i (mm)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
2011	305	175,12	30666,138	5370177,562	940412069,320
2007	227	97,12	9432,294	916064,432	88968177,658
2014	208	78,12	6102,734	476745,611	37243367,165
2017	169,3	39,42	1553,936	61256,172	2414718,335
2013	161	31,12	968,454	30138,300	937903,925
2009	160,4	30,52	931,470	28428,476	867637,106
2019	145	15,12	228,614	3456,649	52264,543
2008	136,1	6,22	38,688	240,641	1496,792
2015	124,6	-5,28	27,878	-147,197	777,205
2018	120,8	-9,63	82,992	-756,058	6887,688
2016	111,6	-18,28	334,158	-6108,415	111661,836
2010	108,6	-21,28	452,838	-9636,401	205062,616

2005	96,6	-33,28	1107,558	-36859,543	1226685,609
2000	94,8	-35,08	1230,606	-43169,672	1514392,112
2012	94,4	-35,48	1258,830	-44663,302	1584653,976
2001	92,8	-37,08	1374,926	-50982,270	1890422,605
2006	88,5	-41,38	1712,304	-70855,156	2931986,358
2003	71,7	-58,18	3384,912	-196934,203	11457631,96
2002	42,2	-87,68	7687,782	-674064,760	59101998,23
2004	39,8	-90,08	8114,406	-730945,728	65843591,22
Σ	2598,2		76691,838	5014720,315	1216224818

Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh nilai $C_s = 1,14$ dan $C_k = 5,13$. Hasil perhitungan juga dapat disimpulkan berupa Tabel 2. Hasil Perhitungan Curah Hujan Model Aritmatika.

Tabel 2. Hasil perhitungan curah hujan model aritmatika

Data	Hasil	Parameter Distribusi				
		Normal	Gumbel	Pearson Tipe III	Log Pearson Tipe III	Log Normal
\bar{x}	129,91					
s	63,53276					
C_s	1,14	0	1,1396	Fleksibel	Selain data dari 3 distribusi	$C_s > 0$
C_k	5,13	3	5,4002	Fleksibel		$C_k > 0$
C_v	0,489					

3.2 Perhitungan Return Period

Perhitungan kala ulang yang digunakan adalah distribusi Log Pearson Tipe III. Perhatikan Tabel 3. Hasil Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III.

$$K_T = 1,606 + \frac{30-25}{50-25} \times (1,834 - 1,606) = 1,651$$

$$\text{LogR} = 2,063389 + 0,066 \times 0,217 = 2,077 \text{ mm}$$

$$R_T = 10^{2,077} = 119,59 \text{ mm}$$

Tabel 3. Hasil perhitungan distribusi Log Pearson Tipe III

Tr	Curah Hujan Rata-rata (\bar{Q}_T)	Deviasi Standar (σ_T)	Distribusi Frekuensi (K_T)	Hujan Harian Maksimum (LogR)	Hujan Harian Maksimum (X_t)
2	2,063	0,217	0,066	2,077	119,59
5	2,063	0,217	0,855	2,248	177,378
10	2,063	0,217	1,231	2,330	214,091
25	2,063	0,217	1,606	2,412	258,226
30	2,063	0,217	1,651	2,421	263,936
50	2,063	0,217	1,834	2,461	289,400
100	2,063	0,217	2,029	2,503	319,006

3.3 Intensity-Duration-Frequency (IDF)

$$I_{t,2} = \frac{119,59}{24} \left(\frac{24}{6,97} \right)^{\frac{2}{3}}$$

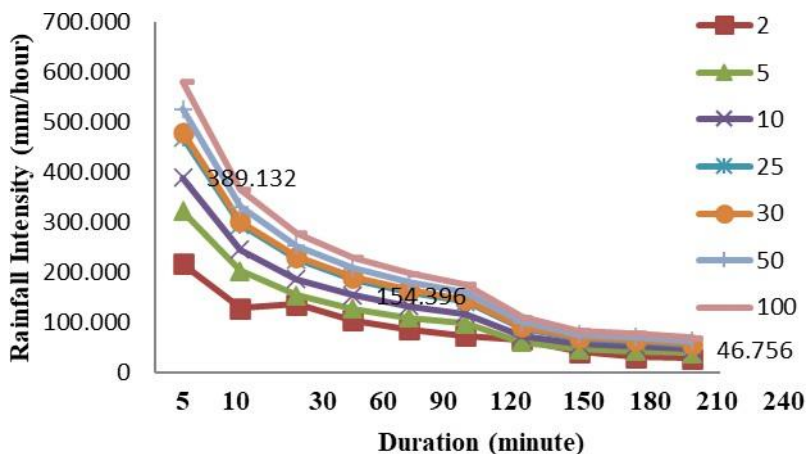
$$= 10,722 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned}
 Q_p 2 &= 0,278 \times CIA \\
 &= 0,278 \times 0,75 \times 11,362 \times 0,75 \\
 &= 1,776 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu data selanjutnya dilihat pada Tabel 4. Hasil Perhitungan IDF Terhadap Q_p Jalan Asem Baris Raya. Adapun hasil perhitungan berupa grafik IDF 10 Tahun dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Hasil perhitungan IDF terhadap Q_p Jalan Asem Baris Raya

Tahun	R_{24} (mm)	I (mm/jam)	Q_p (m ³ /dt)
2	119,590	11,362	1,776
5	177,378	16,852	2,635
10	214,091	20,341	3,180
25	258,226	24,534	3,836
30	263,936	25,076	3,921
50	289,400	27,496	4,299
100	319,006	30,309	4,739



Gambar 3. Kurva IDF 10 tahun

3.4 Analisis Hidraulika

3.4.1 Analisis Kapasitas Saluran Drainase

Perhitungan ini dimaksudkan supaya bisa mengetahui kapasitas saluran drainase kondisi eksisting. Perhatikan Tabel 5.

Tabel 5. Kapasitas saluran drainase Asem Baris Raya

No	Distance (m)	Elevasi dasar	Slope	Dimensi Saluran							Discharge			
				N	B (m)	H (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R	V (m/s)	Q Eksis (m ³ /s)	Q 10	Kondisi
1		20,84		0,016	1	0,8	0,7	0,8	2,4	0,333	2,171	1,737	3,180	Meluap
2	467	18,40	0,0052	0,016	1	0,8	0,7	0,8	2,4	0,333	0,520	0,416	3,180	Meluap
3	567	18,60	0,0003	0,016	1	0,8	0,7	0,8	2,4	0,333	1,082	0,866	3,180	Meluap
4	150	18,70	0,0013	0,016	1	0,8	0,7	0,8	2,4	0,333	0,600	0,480	3,180	Meluap

	245		0,0004												
5	16,87		0,016	1	0,8	0,5	0,8	2	0,4	3,324	2,659	3,180	Meluap		
	190		0,0096												
6	18,70		0,016	1	0,8	0,5	0,8	2	0,4	0,977	0,782	3,180	Meluap		
	359		0,00083												
7	18,40		0,016	1	0,8	0,5	0,8	2	0,4	1,419	1,135	3,180	Meluap		
	520		0,00175												
8	19,31		0,016	1	0,8	0,5	0,8	2	0,4	1,517	1,213	3,180	Meluap		
	350		0,002												
9	18,55		0,016	1	0,8	0,5	0,8	2	0,4	1,517	1,213	3,180	Meluap		

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui bahwa kemiringan saluran perlu didesain kembali untuk mendapatkan gaya kecepatan aliran pada saluran secara optimal. Berikut rekomendasi yang diberikan:

$$S = \frac{\Delta H}{L} = \frac{20,84 - 18,40}{467} = 0,0052$$

3.4.2 Perhitungan Redesign Kapasitas Saluran Drainase

Setelah dilakukan perencanaan kemiringan maka dapat dilihat nilai Q desain untuk Jalan Asem Baris Raya perhatikan Tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas saluran drainase rencana

No	Distance (m)	Elevasi Dasar	Slope	Dimensi Saluran							Discharge		
				N	B (m)	H (m)	h (m)	A (m)	P (m)	R	V (m/dt)	Q Desain (m)	Q 10 (m ³ /dt)
1	20,84		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	467		0,0052										
2	18,4		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	567		0,0052										
3	15,40		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	150		0,0052										
4	14,61		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	245		0,0052										
5	15,9		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	190		0,0052										
6	16,9		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	359		0,0052										
7	15		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	520		0,0052										
8	12,25		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	
	350		0,0052										
9	10,42		0,016	1,2	1,0	0,5	1,2	2,2	0,545	3,942	3,608	3,180	

3.5 Hasil Analisis

Daerah studi penelitian adalah kawasan yang sama sekali tidak memiliki limpasan debit dari hulu. Genangan yang terjadi menunjukkan Q desain = 3,608 m³/dt > Q hidrologi = 3,180 m³/dt. Oleh karena itu diperkirakan dimensi saluran drainase yang cocok adalah B desain = 1,2 m dan H desain = 1,0 m. Penelitian ini juga melakukan perhitungan curah hujan rencana menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III, dengan hasil It 10 = 46, 756 mm/jam untuk jangka waktu 2 jam hujan yang turun.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan data curah hujan rencana didapat durasi 2 jam dengan distribusi Log Pearson Tipe III adalah It 10 = 446,756 mm/jam. Data yang dianalisis berjumlah 20 data hujan harian

dari Dinas Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Hujan Halim Perdana Kusuma. Data intensitas kemudian digunakan untuk mencari debit rencana dengan Metode Rasional, Q_p hidrologi = 3,180 m³/dt. Debit hitung Metode Rasional perlu dibandingkan dengan Q_p desain. Q_p desain harus lebih besar dari Q_p hidrologi. Adapun saran dalam penelitian ini yang bisa diberikan kepada masyarakat dan Pemerintah untuk melakukan pelebaran saluran dan memeperdalam saluran drainase Jalan Asem Baris Raya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), 2020, *Infografis Kepungan Banjir Jakarta*, <https://bnpb.go.id/infografis/infografis-1>, diakses tanggal 1 Januari 2020.
- Dibiyosaputro, S. dan Widiyanto., 1994. Pengembangan Kota Ambarawa Jawa Tengah Ditinjau dari Segi Geomorfologi. *Majalah Geografi Indonesia*, Th.8-9, No.14-15, September 1994 - Maret 1995, hal.13-28.
- Limantara, L.M., 2010. *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV Lubuk Agung.
- Limantara, L.M., 2018. *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Sosrodarsono, S., Takeda, K., 1985, *Hidrologi untuk Pengairan*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Pearson, K. (1916). On a Brief Proof of the Fundamental Formula for Testing the Goodness of fit Test of Frequency Distributions and on the Probable Error of 'P'. *Phill. Mag.* (6) 31, pp. 369-378.
- Peta Zonasi Kota Administrasi Jakarta Selatan, sumber: <https://jakartasatu.jakarta.go.id>.
- Triatmodjo, B., 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Weibull, W., 1939. A Statistical Theory of the Strength of Materials. *Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag*. Stockholm.