

Tinjauan Kejadian Keruntuhan Jembatan Kali Sapi Lama Berdasarkan Analisis Debit Kala Ulang

Review of Kali Sapi Old Bridge Collaps based on Return Period Discharge Analisis

Teguh Marhendi^{1*}, Wahlul Sodikin²

^{1,2})Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Muhammadiyah Purwokerto

*email: tmarhendi@gmail.com, teguhmarhendi@ump.ac.id

ABSTRAK

Jembatan Kali Sapi yang terletak di Desa Karanganyar Kecamatan Purwanegara, Banjarnegara, mengalami keruntuhan pada 24 Oktober 2010. Besar debit tercatat saat kejadian berlangsung adalah 50,15 m³/dtk dengan curah hujan tercatat mencapai 105 mm. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kejadian keruntuhan jembatan Kali Sapi berdasarkan debit banjir kala ulang Sungai Kali Sapi. Perhitungan debit Banjir kala ulang pada penelitian ini menggunakan Metode Haspers, Metode Der Weduwen dan Metode Melchior. Hasil penelitian menunjukkan besar debit banjir kala ulang menggunakan Metode Haspers $Q_{25} = 237,597$ m³/dtk, $Q_{50} = 260,055$ m³/dtk dan $Q_{100} = 282,347$ m³/dtk. Pada Metode Weduwen $Q_{25} = 274,520$ m³/dtk, $Q_{50} = 300,468$ m³/dtk dan $Q_{100} = 326,225$ m³/dtk. Metode Melchior $Q_{25} = 304,837$ m³/dtk, $Q_{50} = 333,651$ m³/dtk dan $Q_{100} = 362,251$ m³/dtk. Selanjutnya berdasarkan umur rencana, jembatan Kali Sapi didesain dengan umur rencana 50 tahun. Berdasarkan metode Haspers, debit pada kala ulang 50 tahunan adalah 260,055 m³/dtk. Jika dibandingkan dengan besaran debit banjir saat kejadian (50,15 m³/dtk), maka keruntuhan jembatan bukan disebabkan oleh besaran debit banjir.

Kata Kunci: keruntuhan jembatan, debit kala ulang, Sungai Kali Sapi

ABSTRACT

On Sunday, October 24, 2010 Kali Sapi Bridge located in Karanganyar Village, Purwanegara Sub District, Banjarnegara, has collapsed. The amount of flood discharge recorded during the event was 50.15 m³ / s with the recorded rainfall of 105 mm. The aim of this study was to review the occurrence of colapse Kali Sapi bridge based on flood discharge Kali Sapi River. Calculation of debit Flood of return period in this research using Haspers Method, Der Weduwen Method and Melchior Method. The results of research showed that the flood discharge was Haspers Method $Q_{25} = 237,597$ m³ / s, $Q_{50} = 260,055$ m³ / s and $Q_{100} = 282,347$ m³ / s. In the Weduwen Method $Q_{25} = 274,520$ m³ / s, $Q_{50} = 300.468$ m³ / s and $Q_{100} = 326.225$ m³ / s. Melchior method $Q_{25} = 304,837$ m³ / s, $Q_{50} = 333,651$ m³ / s and $Q_{100} = 362,251$ m³ / s. Furthermore, based on the life time, the Kali Sapi bridge is designed with a 50 year. Based on the Haspers method, the discharge at Q_{50} is 260,055 m³/s. Compared to the amount of flood discharge during the accident (50.15 m³ / s), the collapse of the bridge is not caused by the amount of flood discharge.

Keywords: bridge collapse, return period discharge, Kali Sapi River.

1. PENDAHULUAN

Keruntuhan sebuah konstruksi jembatan dapat disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berkaitan dengan struktur bangunan itu sendiri, sedangkan untuk faktor eksternal dapat disebabkan besaran debit banjir yang melebihi kala ulang rencana. Perencanaan periode ulang (*return period* atau *recurrence interval*) suatu banjir rencana pada prinsipnya berlandaskan pada teori kemungkinan lebih, sehingga bila terjadi banjir tertentu melebihi banjir rencana tersebut maka prasarana yang dibangun tidak akan mampu berfungsi seperti yang diharapkan.

Debit kala ulang adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi berulang pada suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap periode ulang tersebut (Kamiana, 2011).

Jembatan Kali Sapi lama selama ini difungsikan sebagai jalan penghubung antara dua desa di Kecamatan Karanganyar Purbalingga. Tahun 2010 jembatan ini mengalami keruntuhan saat terjadi hujan di wilayah tersebut. Besar debit saat itu adalah $50,15 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan curah hujan mencapai 105 mm (PSDA Serayu Citanduy, 2011 dalam Sodikin, dkk, 2017).

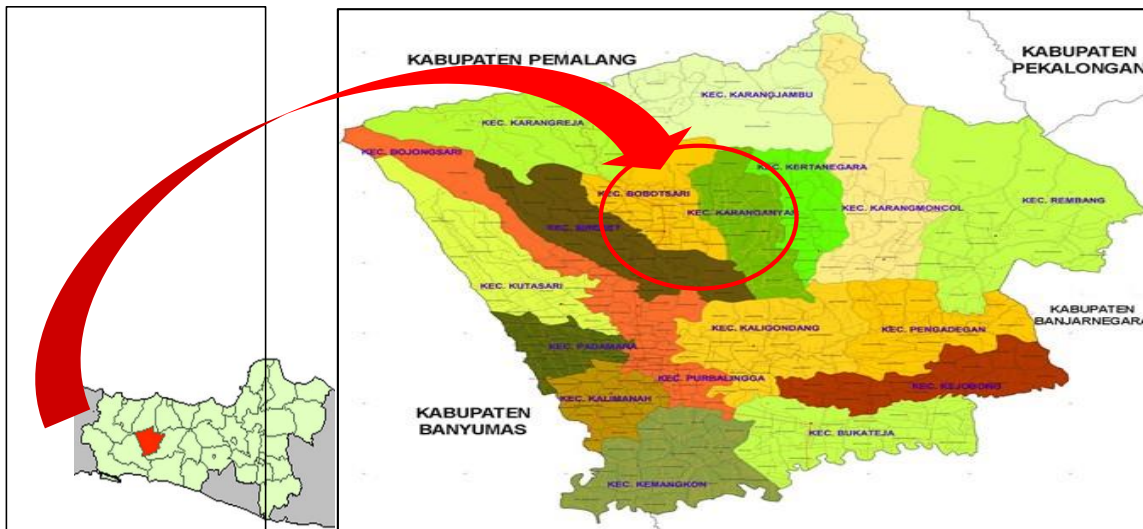
2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada tulisan ini adalah dengan mengkaji data sekunder meliputi data hujan dan debit sungai untuk mengetahui besaran debit kala ulang pada sungai tersebut. Besaran kala ulang tersebut selanjutnya dihubungkan dengan kejadian keruntuhan dan umur rencana jembatan untuk mengetahui penyebab keruntuhan.

2.1 Bahan Penelitian

2.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini mengambil lokasi di Sungai Kali Sapi pada pos pengukuran hujan dan debit di Jembatan Kali Sapi lama.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Kabupaten Purbalingga dalam Angka, 2016

2.1.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam tulisan ini berupa data luas DAS Sungai Kali Sapi, data hujan dari stasiun hujan di Mandiraja, Bawang dan Karangsembung, serta peta stasiun hujan dimaksud. Data-data tersebut diperoleh dari Balai PSDA Serayu Citanduy dan dinas pekerjaan umum kabupaten banjarnegara.

2.2 Metode Penelitian

2.2.1 Analisis Data Hidrologi

Data curah hujan yang diperlukan adalah data curah hujan harian yang tercatat pada stasiun hujan terdekat dan berpengaruh terhadap aliran air pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bersangkutan. Perhitungan curah hujan rata-rata pada penelitian ini menggunakan metode polygon thiessen.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

2.2.2 Analisis Statistika

Analisis statistika berkaitan dengan analisis frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S), koefisien variasi (Cv), koefisien kemencengan (Cs) dan koefisien kurtosis (Ck) (Soewarno, 1995)..

Standar Deviasi (Standard Deviation) :

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

Koefisien Variasi (Variation) :

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3)$$

Koefisien Kemencengan (Skewness) :

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (4)$$

Koefisien Kurtosis (Curtosis) :

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (5)$$

Jenis-jenis distribusi yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Distribusi probabilitas Gumbel
2. Distribusi probabilitas Log Normal
3. Distribusi probabilitas Log Pearson III

2.2.3 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan (*goodness of fit test*) dimaksudkan untuk menentukan seberapa baik

kecocokan antara frekuensi yang diobservasi dari peristiwa pada sebuah sampel dan frekuensi harapan yang diperoleh dari distribusi yang dihipotesiskan. Kualitas dari pengujian yang cocok antara frekuensi yang diobservasi dan diharapkan berdasar pada kuantitas *uji chi-kuadrat* (M. M. Rashid, S. B. Faruque, J.B. Alam, 2012).

Ada dua jenis uji kecocokan (*Goodness of fit test*) yaitu uji kecocokan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*. Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya (Soewarno, 1995; Soemarto, 1999; Sharon dkk, 2014).

2.2.4 Debit Banjir Kala Ulang

Metoda-metoda perhitungan debit banjir kala ulang sangat bergantung pada cara pendekatannya pada alam sebagai pengejawantahan dari sistem penalaran yang diterapkan pada faktor-faktor alam atau parameter-parameter fisik dalam menentukan pola matematik dari sistem operasi (J. Loebis, 1987). Dalam penelitian ini, metoda perhitungan debit banjir kala ulang dilakukan pada 3 debit kala ulang yaitu pada Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100} menggunakan 3 metode yaitu metode Haspers, Weduwen dan Melchior seperti berikut (Kamiana, 2011; Sriyono, 2012; Isri, 2016; Marcelia, 2014).

a. Metode haspers

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (6)$$

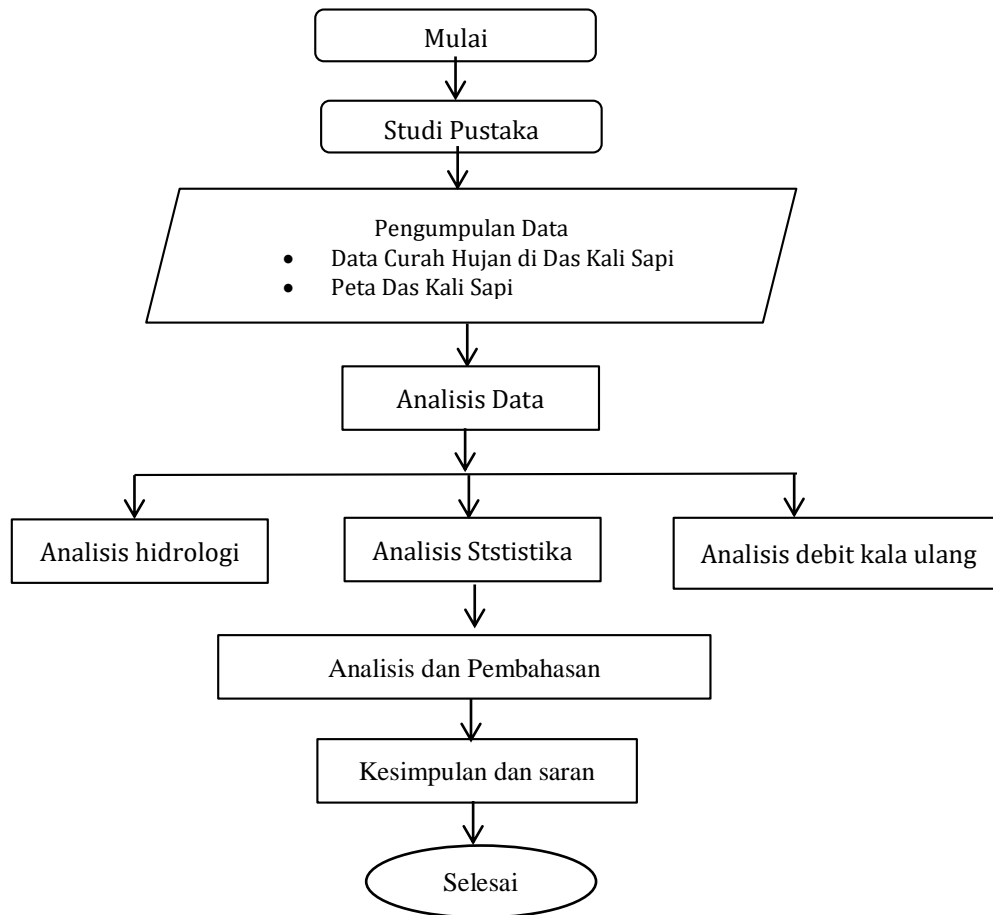
Metode weduwen

$$Q_{maks\ jkrt} = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \quad (7)$$

Metode melchior

$$Q_{maks} = \alpha \cdot I \cdot A \quad (8)$$

2.3 Langkah-langkah Penelitian



Gambar 2. Langkah-langkah Pelaksanaan Penelitian

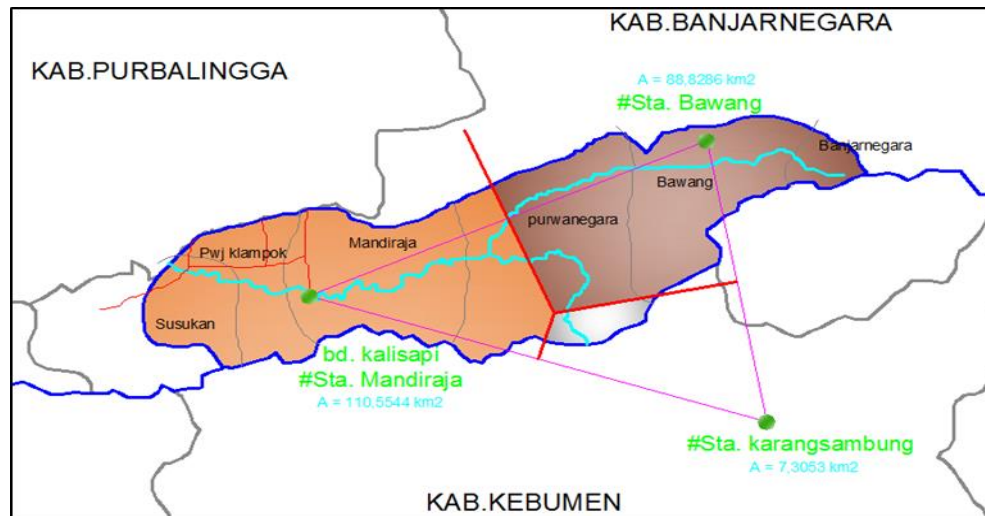
2.4 Analisis dan Pembahasan Hasil

Analisis dan pembahasan hasil berupa analisis untuk menentukan besaran debit banjir kala ulang pada Sungai Kalisapi. Besaran debit kala ulang ditentukan menggunakan 3 nilai kala ulang, yaitu Q_{25} , Q_{50} , dan Q_{100} menggunakan 3 metode yaitu metode Haspers, Weduwen dan

Melchior. Debit kala ulang hasil analisis kemudian dihubungkan dengan besaran debit ketika terjadi keruntuhan jembatan Kali Sapi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis curah hujan



Gambar 3. DAS Kalisapi dan Poligon Thiessen

Hasil perhitungan curah hujan rata rata dari stasiun Bawang, Mandiraja dan Karangsembung ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Rata rata

No	Tahun	Mandiraja		Bawang		Karang sambung		Harian Rata-rata mm
		RI	CRI	RI	CRI	RI	CRI	
		0,534884655		0,429770819		0,035344526		
1	2007	75	40,116	71,222	30,609	180,220	6,370	77,095
2	2008	85	45,465	74,938	32,206	177,290	6,266	83,937
3	2009	86	46,000	80,512	34,602	100	3,534	84,136
4	2010	128	68,465	135,012	58,024	173	6,115	132,604
5	2011	110	58,837	154,830	66,541	116	4,100	129,479
6	2012	108	57,768	142,444	61,218	134	4,736	123,722
7	2013	116	62,047	81	34,811	143	5,054	101,912
8	2014	102	54,558	109	46,845	160	5,655	107,058
9	2015	94	50,279	67	28,795	124	4,383	83,457
10	2016	108	57,768	82	35,241	239	8,447	101,456
								102,486

3.2 Parameter Statistik

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data. Besarnya parameter nilai, dapat diukur yakni melalui perhitungan parameter statistik untuk mencari

$(X_i - \bar{X})$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$ sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2.

dengan :

$$X_i = \text{besarnya curah hujan maksimum (mm)}$$

$$\bar{X} = \text{rata-rata curah hujan maksimum (mm)}$$

Tabel 2. Parameter Statistik Data Curah Hujan

Tahun	X	(Xi-Xr)	(Xi-Xr) ²	(Xi-Xr) ³	(Xi-Xr) ⁴
2007	77,095	-25,390	644,675	-16368,582	415605,636
2015	83,457	-19,029	362,108	-6890,609	131122,379
2008	83,937	-18,548	344,035	-6381,223	118360,077
2009	84,136	-18,350	336,707	-6178,433	113371,648
2016	101,456	-1,030	1,060	-1,091	1,124
2013	101,912	-0,573	0,329	-0,188	0,108
2014	107,058	4,573	20,910	95,614	437,216
2012	123,722	21,236	450,975	9576,989	203378,616
2011	129,479	26,993	728,625	19667,826	530894,812
2010	132,604	30,118	907,113	27320,716	822853,961
Σ	1024,857	0,000	3796,537	20841,017	2336025,576

Berdasarkan perhitungan parameter statistik didapatkan dari persamaan (1) $S=20,538$, pers (2) $Cv=0,200$, pers (3) $Cs=0,334$ dan pers (4) $Ck=2,604$. Berdasarkan perhitungan diatas didapat nilai $Cs=0,565$ Dan nilai $Ck=$

4,080. Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan 4 (empat) distribusi Gumbel, Log Person, Normal, dan Log Normal ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

T (Tahun)	Rt (mm)		
	Gumbel	Log normal	Log Pearson Tipe III
25	160,955	141,304	144,711
50	176,168	158,967	154,850
100	191,270	173,344	164,768

3.3 Analisis Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

Analisis Kesesuaian Distribusi Curah Hujan berguna untuk memperkuat perkiraan

distribusi yang digunakan sudah sesuai. Berdasarkan hasil uji kesesuaian distribusi menggunakan uji chi-kuadrat dan uji smirnov-kolmogorov, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Distribusi Statistik

No	Jenis Distribusi	syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan
1	Normal	$Cs \approx 0$ $Ck \approx 0$	$Cs = 0,334$ $Ck = 2,604$	Tidak memenuhi
2	Log Normal	$Cs \approx 3 Cv + Cv^3 \approx 1,2497$	$Cs = 0,334$	Tidak memenuhi
3	Log Person III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0,334$	Memenuhi
4	Gumbel	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$	$Cs = 0,334$ $Ck = 2,604$	Memenuhi

Mengacu Tabel 4, distribusi yang dapat digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana adalah Distribusi Gumbel dengan nilai $Cs=0,334$ mendekati syarat $Cs \leq 1,1396$ dan $Ck=2,604$ mendekati syarat $Ck \leq 5,4002$.

3.4 Analisis debit banjir kala ulang

Perhitungan debit banjir kala ulang dilakukan dengan rumus persamaan (6) Haspers,(7) Weduwen dan (8) Melchior. Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan kala ulang 25, 50 dan 100 tahun dengan metode Gumbel (Tabel 3) maka didapat hasil perhitungan

intensitas curah hujan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Debit Banjir Kala Ulang

Kala Ulang	Metode perhitungan Q (m ³ /dtk)		
	Weduwen	Haspers	Melchior
Q25	274,520	237,597	304,837
Q50	300,468	260,055	333,651
Q100	326,225	282,347	362,251

3.5 Analisis dan Pembahasan

Mengacu data perencanaan jembatan, umur rencana Jembatan Kalisapi dibangun untuk rencana 50 tahun. Berdasarkan analisis Metode Haspers, Weduwen dan Melchior, debit kala ulang terkecil untuk kala ulang 50 tahun adalah 260,055 m³/detik. Dengan memperhatikan besaran debit saat kejadian keruntuhan jembatan Kalisapi sebesar 50,15 m³/detik, maka debit sebesar 50,15 m³/detik pada saat terjadi keruntuhan, bukan merupakan faktor utama penyebab terjadi runtuhnya jembatan kali Sapi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, besaran debit terkecil untuk Q50 adalah 260,055 m³/dtk, besaran debit saat terjadi keruntuhan jembatan adalah sebesar 50,15 m³/dtk. Dengan kondisi tersebut, kejadian keruntuhan Jembatan Kalisapi bukan disebabkan oleh debit yang terjadi saat keruntuhan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala Dinas PSDA Serayu Citanduy yang telah meminjamkan data.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2016). Kabupaten Purbalingga dalam Angka 2016, *Peta Kabupaten Purbalingga*

Soemarto, C.D. (1999). *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.

Kamiana, I, M. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Loebis, J. (1987). *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rashid, M.M. Faruque, S. B. Alam, J.B. (2012). Modeling of Short Duration rainfall Intensity Duration Frequency (SDR-IDF) Equation for Sylhet City in Bangladesh. *ARPN Journal of Science and Technology*.

Marcelia, (2014). Ketelitian Metode Empiris Untuk Menghitung Debit Banjir Rancangan di Das Bangga. *Jurnal Infrastruktur*, 4.

Isri, S. (2016). Analisis Debit Banjir Sungai Molompar Kabupaten Minahasa Tenggara, *Jurnal Sipil Statik*, 4(2), 123-133.

Sharon dkk, (2014). Analisis Debit Banjir Sungai Tondano Menggunakan Metode HSS Gama I dan HSS Limantara. *Jurnal Sipil Statik*, 4(1).

Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.

Sriyono. (2012). Analisis debit banjir rancangan rehabilitasi situ sidomukti, *Jurnal Teknik*, 2(2).

Sodikin, W. Marhendi, T. dan Azizi, A. (2017) Analisis Debit Banjir kala Ulang Kalisapi, *Tugas Akhir, UMP*