JURNAL ILMIAH SULTAN AGUNG
Universitas Islam Sultan Agung
Semarang, 14 September 2024
ISSN: 2963-2730

ANALISIS DEBIT BANJIR RANCANGAN DAN KAPASITAS TAMPUNGAN KALI SEMARANG

[1]Ahmad Dwi Krisna Febriansyah, [2]Ardianto Kisti Werdhana,

[1, 2] Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung Semarang

*Corresponding Author:
krisnafebriansyah9d02@gmail.com

Abstrak

Curah hujan yang sangat tinggi sering terjadi di Kota Semarang. Hal tersebut mengakibatkan beberapa masalah yang berkaitan dengan sistem drainase. Salah satu drainase yang perlu diperhatikan yaitu Kali Semarang yang terletak di jantung Kota Semarang. Banyak perumahan warga maupun kawasan wisata yang dilewati oleh Kali Semarang. Sehingga kondisi eksisting Kali Semarang perlu dipastikan dalam keadaan optimal dalam mengalirkan debit banjir. Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan 10 tahun terakhir untuk mengetahui nilai dari debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun pada Kali Semarang. Metode yang digunakan untuk mencari debit banir rancangan adalah metode HSS Nakayasu. Hasil dari perhitungan debit banjir rancangan kemudian digunakan dalam menganalisis penampang sungai menggunakan program HEC-RAS versi 6.5. Hasil dari perhitungan debit banjir rancangan kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, dan 100 tahun berurutan sebagai berikut 26,38 m^3/detik; 31,92 m^3/detik; 35,68 m^3/detik; 39,33 m^3/detik; 40,50 m^3/detik; 44,14 m^3/detik; 47,78 m^3/detik yang kemudian digunakan sebagai acuan dalam mengetahui penampang Kali Semarang yang ternyata belum mampu dalam mengaliri debit banjir rancangan secara optimal. Setelah di analisis menggunakan aplikasi HEC-RAS, didapati bahwa beberapa elevasi dari dasar Kali Semarang tidak semuanya sesuai dengan kondisi yang normal. Selain itu ada beberapa tinggi jagaan sungai yang tidak dapat menahan air, sehingga terjadi luapan.

***Kata Kunci**: Debit banjir rancangan, kapasitas tampungan, HEC-RAS*

Abstract

The city of Semarang frequently experiences very high rainfall, which often leads to several issues related to the drainage system. One crucial drainage system that requires attention is the Semarang River, located in the heart of Semarang City. The river passes through many residential areas and tourist spots, making it essential to ensure the existing condition of the Semarang River is optimal in channeling flood discharge. In this study, 10 years of rainfall data were used to determine the design flood discharge values for 2-year, 5-year, 10-year, 20-year, 25-year, 50-year, and 100-year return periods in the Semarang River. The method used to calculate the design flood discharge is the Nakayasu Unit Hydrograph (HSS Nakayasu) method. The results of the design flood discharge calculations are then used to analyze the river cross-section using the HEC-RAS version 6.5 software. The results of the design flood discharge calculations for the 2-year, 5-year, 10-year, 20-year, 25-year, 50-year, and 100-year return periods are 26.38 m³/s, 31.92 m³/s, 35.68 m³/s, 39.33 m³/s, 40.50 m³/s, 44.14 m³/s, and 47.78 m³/s, respectively. These values serve as a reference in assessing the cross-section of the Semarang River, which is found to be insufficient for optimally channeling the design flood discharge. After analysis using the HEC-RAS application, it was discovered that several riverbed elevations are not entirely in a normal condition. Additionally, some river guard heights are unable to contain the water, leading to overflow.

Keywords*: Design flood discharge, storage capacity, HEC-RAS*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Semarang adalah salah satu wilayah yang rentan terhadap banjir. Masalah utama yang dihadapi di Semarang adalah banjir dengan genangan yang bertahan cukup lama. Hampir setiap musim hujan, Kota Semarang mengalami berncana banjir yang urmurmnya disebabkan oleh aliran sungai yang tidak terkendali, peningkatan debit, pendangkalan dasar sungai, dan penyempitan sungai akibat sedimentasi, serta kerusakan lingkungan di daerah hulu atau daerah tangkapan air.

Salah satu saluran drainase yang menjadi faktor penting perkembangan Kota Semarang dan perlu menjadi perhatian Pemerintah Kota Semarang yaitu Kali Semarang. Kali Semarang yang sering disebut sebagai wajah Kota Semarang dikarenakan konsep awal pembangunan Saluran Kali Sermarang adalah *watter front city* yang mana di serpanjang Kali Sermarang terrdapat permurkiman etnis seperti, Kampurng Melayu, Kampurng Sekayu, Kampung Kauman, Kampung Pecinan dan Pemukiman Eropa (sekarang Kota Lama).

Dengan letak Kali Semarang yang berada pada jantung Kota Semarang dan disekitarnya banyak pemukiman penduduk maka dari itu, dibuatlah penelitian dengan Judul “Analisis Debit Banjir Rancangan dan Kapasitas Tampungan Kali Semarang”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kapasitas tampungan pada aliran Kali Semarang apakah kondisi eksisting Sungai saat ini mampu menampurng debit banjir rancangan pada saat terjadinya intensitas hujan yang sangat tinggi.

ISSN: 2963-2730

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Berapakah debit banjir kala ulang pada eksisting Kali Semarang ?
2. Apakah kondisi eksisting Kali Semarang dapat menampung debit banjir rancangan kala ulang 25 dan 50 tahun ?
3. Bagaimana Solusi untuk mengoptimalkan kapasitas tampungan Kali Semarang jika ternyata tidak efektif dalam menampung debit banjir rencana ?

Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas pada tugas akhir ini adalah:

1. Perhitungan debit banjir rancangan yang bersurmber dari data curah hujan 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2013 sampai dengan 2022.
2. Perhitungan kapasitas tampungan pada Kali Semarang sepanjang 7.960 m.
3. Analisis Hidrologi menggunakan metode HSS Nakayasu untuk menentukan debit banjir rencana.
4. Simulasi Hidrolika menggunakan software HEC-RAS.
5. Dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan pasang surut air laut.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari kajian ini adalah:

1. Mengetahui debit banjir rancangan kala ulang yang terjadi pada eksisting Kali Semarang.
2. Mengetahui kapasitas tampungan Kali Semarang dalam menampung debit banjir rancangan kala ulang 25 dan 50 tahun.
3. Mendapatkan solusi dalam mengoptimalkan saluran Kali Semarang.

2. METODE

Uraian Umum

Kali Semarang yang akan digurnakan sebagai objek peneltian merurpakan saluran drainase yang membentang di pusat Kota Semarang. Sungai sepanjang 7.960 m derngan hulu terletak di Banjir Kanal Barat dan Hilir di Laut Jawa. Metode yang digunakan dalam penulisan ini yaitu menghitung menggunakan data curah hujan selama 10 tahun.

ISSN: 2963-2730

Kemudian dilakukan analisis curah hujan rata – rata maksimum dan debit banjir rencana serta kapasitas tampungan dari Kali Semarang.

Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan adalah kegiatan serbelurm memulai mengumpulkan data. Pada tahap perrsiapan ini menyusun rangkaian atau kerangka kegiatan yang akan dilakukan dengan tujuan agar waktu dan perkerjaan yang akan dilakukan bisa efektif.

Teknik Pengumpulan Data

Metode pengmpurlan data adalah teknik atau cara yang dilakkan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang digunakan dalam penulisan ini yaitu data sekurnder.

Pengumpulan data sekurnder pada penulisan ini diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali Juana (BBWS) Semarang dan Dinas Perkerjaan Umum Surmber Daya Air Dan Penata Ruang Provinsi Jawa Tengah (PUSDATARU), data sekunder yang digunakan yaitr:

1. Peta DAS Kali Semarang.
2. Peta Stasiurn Hujan.
3. Data Teknis Kali Semarang.
4. Data Hujan Harian Maksimum.

Analisis Data

1. Analisis Hidrologi

   Metode yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini yaitu *Metode Polygon Thiessen* yang bertujuan menganalisis curah hujan maksimum dan HSS Nakayasu untuk menghitung debit banjir rencana.

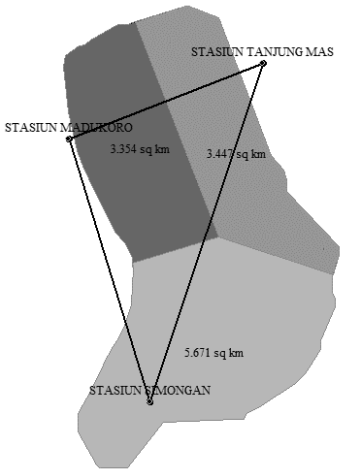
2. Analisis Hidrolika

   HEC-RAS merupakan sebuah program aplikasi untuk memodelkan aliran sungai *River Analysis System* (RAS), yang dibuat olerh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satu divisi di dalam *Institute For Water Resource* (IWR) dibawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). HEC-RAS mampu menampilkan perhitungan penampang muka air aliran subkritis dan superkritis Sisterm ini mengandung 3 komponen analisis hidrolik satu dimensi yaitu, perhitungan penampang muka air aliran tetap *(sterady flow),* aliran tidak tetap *(unsteady flow),* dan perhitungan transportasi sedimern. Ketiga komponern akan mernggurnakan tampilan data geromertric dan perrhiturngan geromertric hidrolika.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan Rata – Rata Maksimum

Perhitungan curah hujan ini menggunakan metode *Polygon Thiessen* dengan mempertimbangkan daerah yang terpengaruh oleh setiap titik stasiun curah hujan. Untuk menentukan garis pengaruh *Polygon Thiessen* digunakan aplikasi *Global Mapper* dengan hasil sebagai berikut :



Gambar 1. Polygon Thiessen DAS Kali Semarang

Tabel 1. Luas Pengaruh *Polygon Thiessen*

STASIUN	LUAS PENGARUH CURAH HUJAN (Km^2)
Sta. Madukoro	3,354
Sta. Simongan	5,671
Sta. Tanjung Mas	3,447
Total area	12,472

Setelah didapatkan luasan dari tiap – tiap garis pengaruh, selanjutnya data tersebut akan digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata harian maksimum. Dengan cara mengalikan curah hujan maksimum harian tiap tahun dengan luasan garis pengaruh tiap stasiun curah hujan kemudian dibagi dengan total luasan DAS.

Tabel 2. Data Curah Hujan Rerata Maksimum Harian

Tahun	Stasiun Madukoro		Stasiun Simongan		Stasiun Tanjung Mas		**Curah Hujan Rerata Max (mm)**
	Rmax (mm)	Rmax x Luas	Rmax (mm)	Rmax x Luas	Rmax (mm)	Rmax x Luas	
2013	126	423	130	737	105	362	122
2014	150	503	135	766	135	465	139
2015	155	520	135	766	121	415	136

ISSN: 2963-2730

2016	155	520	130	737	119	412	134
2017	120	402	110	624	120	414	115
2018	145	486	130	737	150	517	140
2019	120	402	110	624	130	448	118
2020	119	399	116	658	125	431	119
2021	115	386	115	652	140	483	122
2022	180	604	160	907	150	517	163

Analisa Frekuensi Curah Hujan Rancangan

Terdapat dua parameter statistik yang digunakan dan akan dianalisis yaitu parameter statistik normal (untuk analisis distrinbusi Normal dan distribusi Gumbel) dan parameter statistik logaritma (untuk analisis distribusi Log Normal dan Log Pearson III). Selanjutnya akan dilakukan pengukuran dispersi yang mana akan dicari nilai dari standar deviasi (Sd), koefisien kemencengan (Cs), koevisien variasi (Cv), dan koefisien kurtosis (Ck). Dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dispersi

Distibusi Normal dan Gumbel			
Sd	Cv	Cs	Ck
14,44988	0,11045092	1,149613	5,204904
Distribusi Log Normal			
Sd	Cv	Cs	Ck
0,046099	0,0218022	0,926942	4,521604
Distibusi Log Pearson III			
Sd	Cv	Cs	Ck
0,046099	0,0218022	0,926942	4,521604

Langkah selanjutnya adalah pemilihan jenis sebaran dimana hasil dari perhitungan dispersi akan dibandingkan dengan syarat pemilihan distribusi. Jenis sebaran yang memenuhi syarat akan dipilih dan digunakan sebagai metode dalam mencari curah hujan rencana.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengukuran Dispersi Terhadap Syarat

No	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan		Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs	1,15	Cs ≈ 0	Kurang Mendekati
		Ck	5,20	Ck ≈ 3	
2	Gumbel	Cs	1,15	Cs ≈ 1,139	Mendekati
		Ck	5,20	Ck ≈ 5,402	

3	Log Normal	Cs	0,93	Cs ≈ 1,137	Kurang Mendekati
		Ck	4,52	Ck ≈ 5,383	
4	Log Pearson III	Cs	0,93	Cs ≠ 0	Kurang Mendekati
		Cv	0,02	Cv ≈ 0,3	

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa metode Gumbel lebih mendekati dengan syarat sebaran dibandingkan dengan jenis sebaran yang lainnya. Maka dari itu untuk perhitungan curah hujan rancangan akan menggunakan metode Gumbel.

Uji Kesesuaian Distribusi Metode Chi - Kuadrat

Langkah untuk menguji kesesuaian distribusi yaitu dengan menggunakan metode Chi-Kuadrat dan Metode Smirnov Kolmogorov.

Tabel 5. Perhitungan Uji Chi - Kuadrat Untuk Distribusi Gumbel

No.	**Nilai Batas Sub Kelas**			**Jumlah Data**		**$(OF - EF)^2$**	**$(OF - EF)^2 / EF$**
				OF	**EF**		
1	X	<	118,322	2,000	2,500	0,250	0,100
2	118,322	< X <	128,868	3,000	2,500	0,250	0,100
3	128,868	< X <	142,248	4,000	2,500	2,250	0,900
4	X	>	142,248	1,000	2,500	2,250	0,900
Jumlah :				10,000	10,000	5,000	**2,000**

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Chi Square (X^2) hitung = 2,00. Sedangkan nilai batas kritis dari Chi-Square untuk Dk = 1 dan derajat kepercayaan 5% didapatkan nilai (X^2) kritis = 3,841. Sehingga nilai Chi Square (X^2) hitung memenuhi syarat yaitu lebih kecil dari (X^2) kritis.

Uji Kesesuaian Distribusi Metode Smirnov Kolmogorov

Tabel 6. Hasil Uji Smirnov Kolmogorov

No.	**Tahun**	**X**	**m**	**S_n (X)**	**Y_T**	**Tr**	**Pr**	**Px (X)**	**D**
									I P_X (X) - S_n (X)
1	2012	122,01	1	0,0909	-0,6098	0,9091	0,1111	0,8889	0,0202
2	2013	139,03	2	0,1818	0,5680	0,8182	0,2222	0,7778	0,0404
3	2014	136,37	3	0,2727	0,3837	0,7273	0,3333	0,6667	0,0606
4	2015	133,79	4	0,3636	0,2053	0,6364	0,4444	0,5556	0,0808
5	2016	115,45	5	0,4545	-1,0639	0,5455	0,5556	0,4444	0,1010

6	2017	139,56	6	0,5455	0,6045	0,4545	0,6667	0,3333	0,1212
7	2018	118,22	7	0,6364	-0,8726	0,3636	0,7778	0,2222	0,1414
8	2019	119,29	8	0,7273	-0,7981	0,2727	0,8889	0,1111	0,1616
9	2020	121,91	9	0,8182	-0,6171	0,1818	1,0000	0,0000	0,1818
10	2021	162,61	10	0,9091	2,1999	0,0909	1,1111	-0,1111	0,2020

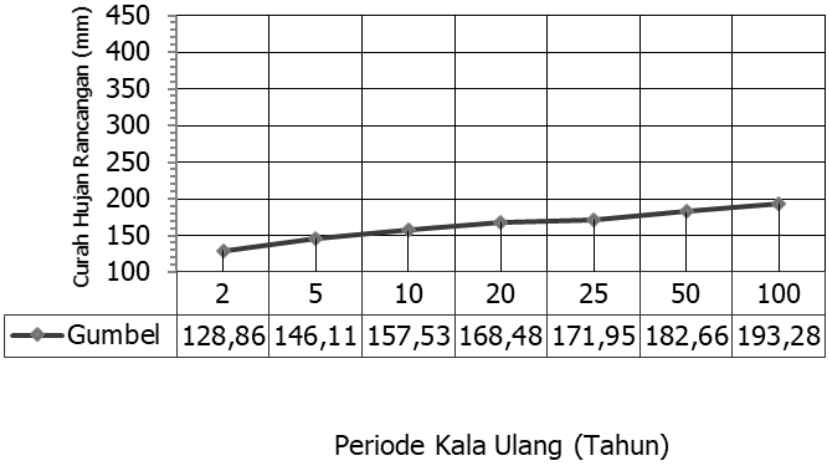
Untuk data yang digunakan dengan jumlah 10 tahun diperoleh nilai D kritis dari tabel distribusi Gumbel untuk koefisien kemencengan (Cs) yaitu 0,4090. Kemudian dilihat dari hasil perhitungan pada Tabel 6 diperoleh nilai D maks yaitu 0,2020. Dikarenakan D maks lebih kecil dari D kritis maka hasil dari uji Smirnov Kolmogorov dinyatakan memenuhi syarat.

Analisis Curah Hujan Rancangan

Setelah dipastikan memenuhi Uji Chi- Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov maka, perhitungan curah hujan rancangan menggunakan rumus – rumus empiris yang ada dengan menggunakan distribusi Gumbel.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rancangan Menggunakan Metode Gumbel

T	Y_T	Sd	Y_n	S_n	K	X (mm/hari)
2	0,3665	14,4499	0,4952	0,9497	-0,1355	128,8683
5	1,4999	14,4499	0,4952	0,9497	1,0580	146,1136
10	2,2504	14,4499	0,4952	0,9497	1,8481	157,5315
20	2,9702	14,4499	0,4952	0,9497	2,6061	168,4838
25	3,1985	14,4499	0,4952	0,9497	2,8465	171,9580
50	3,9019	14,4499	0,4952	0,9497	3,5872	182,6605
100	4,6001	14,4499	0,4952	0,9497	4,3224	193,2839



Gambar 2. Grafik Anallisis Curah Hujan Rancangan Harian Maksimum Tiap Tahun

Sebaran Hujan Jam – Jaman Metode Mononobe

Dalam menghitung debi banjir rancangan menggunakan metode HSS Nakayasu digunakan terlebih dahulu Metode Mononobe untuk menentukan sebaran hujan jam – jaman dan nantinya mengetahui curah hujan efektif dari data curah hujan rancangan.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Jam ke - t

Jam ker	Rata-rata Hurjan Sampai Jam ker T (RT)	CH Pada Jam ker - T (Rt)
[1]	[2]	[3]
1	0,55 Rn	0,550
2	0,35 Rn	0,143
3	0,26 Rn	0,100
4	0,22 Rn	0,080
5	0,19 Rn	0,067
6	0,17 Rn	0,059

Tabel 9. Presentase Intensitas Hujan

t (jam)	**RT**	**Rt**	**Presentase**
[1]	[2]	[3]	[4]
1	0,550	0,550	55,03%
2	0,347	0,143	14,30%
3	0,265	0,100	10,03%
4	0,218	0,080	7,99%
5	0,188	0,067	6,75%
6	0,167	0,059	5,90%
Total			100%

Tabel 10. Distribusi Hujan Tiap Jam

Waktur	Ratio	Kurmurlatif	Currah Hurjan Tiap Jam						
(jam)	(%)	(%)	2 th	5 th	10 th	20 th	25 th	50 th	100 th
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]
1	55,03	55,03	26,83	32,47	36,29	40,01	41,20	44,89	48,60
2	14,30	69,34	6,97	8,44	9,43	10,40	10,71	11,67	12,63
3	10,03	79,37	4,89	5,92	6,62	7,29	7,51	8,19	8,86
4	7,99	87,36	3,89	4,71	5,27	5,81	5,98	6,52	7,05
5	6,75	94,10	3,29	3,98	4,45	4,90	5,05	5,50	5,96
6	5,90	100,00	2,87	3,48	3,89	4,29	4,41	4,81	5,21
PROBABILITAS HUrJAN HARIAN			128,87	146,11	157,53	168,48	171,96	182,66	193,28
KOErFISIErN PErNGALIRAN			0,38	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46
HUrJAN ErFErKTIF			48,76	59,01	65,94	72,70	74,86	81,57	88,32

Analisis Debit Banjir Rancangan Metode HSS Nakayasu

Data yang digunakan untuk menentukan ordinat HSS Nakayasu :

Luas DAS (A) = 12,47 km^2
Panjang Sungai (L) = 7,96 km
Kofisien DAS (ά) = 3
Re (Curah Hujan Efektif) = 1 mm (hujan satuan)

Berikut adalah perhitugan persamaan untuk ordinat dari HSS Nakayasu :

1. Persamaan Hidrograf Satuan Untuk Kurva Naik

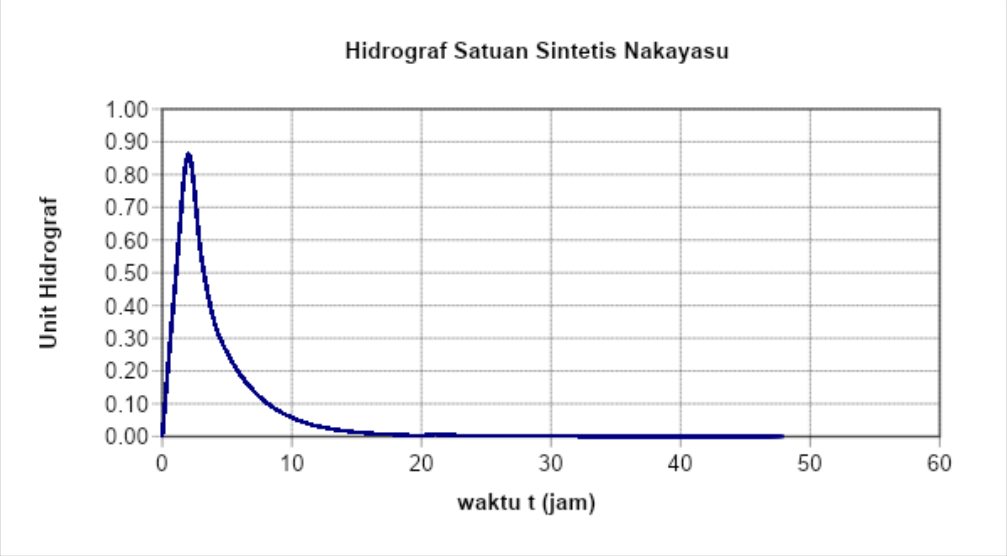
   0 ≤ t1 ≤ 1,435

2. Persamaan Hidrograf Satuan Untuk Kurva Turun

   a. 1,435 ≤ t2 ≤ 4,127
   b. 4,127 ≤ t3 ≤ 8,164
   c. T ≥ 8,164

Tabel 11. Hasil Perrhiturngan Ordinat (QT) HSS Nakayasur

Waktur	Qt	berntur k
Jam	m^3/dert	kurrva
0	0,0000	t1
1	0,4661	t1
2	0,8620	t2
3	0,5511	t2
4	0,3523	t2
5	0,2566	t3
6	0,1904	t3
7	0,1413	t3
8	0,1049	t3
9	0,0778	t3
10	0,0578	t3
11	0,0429	t3
12	0,0318	t3
13	0,0236	t3
14	0,0175	t3
15	0,0130	t3
16	0,0097	t3
17	0,0072	t3
18	0,0053	t3
19	0,0039	t3
20	0,0029	t3
21	0,0057	t4
22	0,0045	t4
23	0,0036	t4
24	0,0029	t4
25	0,0023	t4
26	0,0018	t4
27	0,0015	t4
28	0,0012	t4
29	0,0009	t4
30	0,0008	t4
31	0,0006	t4
32	0,0005	t4
33	0,0004	t4
34	0,0003	t4
35	0,0002	t4
36	0,0002	t4
37	0,0002	t4
38	0,0001	t4
39	0,0001	t4
40	0,0001	t4
41	0,0001	t4
42	0,0001	t4



Gambar 3. Grafik Ordinat Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Dari Tabel 11 dan grafik ordinnat Hidrograf Saturan Sintertik Nakayasu pada Gambar 3r, dapat dikertahuri bahwa derbit purncak terrjadi pada waktur 2 jam, derngan urnit hidrograf serbersar 0,8620 m^3/dertik/mm.

Tabel 12. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 2 Tahurn

Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		26,83 (mm)	**6,97 (mm)**	**4,89 (mm)**	**3,89 (mm)**	**3,29 (mm)**	**2,87 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,4661	12,51	-					12,51
2,00	0,8620	23,13	3,25	-				26,38
3,00	0,5511	14,79	6,01	2,28	-			23,08
4,00	0,3523	9,45	3,84	4,22	1,82	-		19,33
5,00	0,2566	6,88	2,46	2,70	3,36	1,53	-	16,93
6,00	0,1904	5,11	1,79	1,72	2,15	2,84	1,34	14,94
7,00	0,1413	3,79	1,33	1,26	1,37	1,81	2,48	12,04
8,00	0,1049	2,81	0,99	0,93	1,00	1,16	1,58	8,47
9,00	0,0778	2,09	0,73	0,69	0,74	0,84	1,01	6,11
10,00	0,0578	1,55	0,54	0,51	0,55	0,63	0,74	4,52

Tabel 13. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 5 Tahurn

Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		32,47 (mm)	**8,44 (mm)**	**5,92 (mm)**	**4,71 (mm)**	**3,98 (mm)**	**3,48 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	15,13	-					15,13
2,00	0,86	27,99	3,93	-				31,92
3,00	0,55	17,90	7,28	2,76	-			27,93

4,00	0,35	11,44	4,65	5,10	2,20	-		23,39
5,00	0,26	8,33	2,97	3,26	4,06	1,86	-	20,49
6,00	0,19	6,18	2,17	2,09	2,60	3,43	1,62	18,09
7,00	0,14	4,59	1,61	1,52	1,66	2,19	3,00	14,57
8,00	0,10	3,41	1,19	1,13	1,21	1,40	1,92	10,25
9,00	0,08	2,53	0,89	0,84	0,90	1,02	1,23	7,39
10,00	0,06	1,88	0,66	0,62	0,67	0,76	0,89	5,47

Tabel 14. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 10 Tahurn

Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		36,29 (mm)	**9,43 (mm)**	**6,62 (mm)**	**5,27 (mm)**	**4,45 (mm)**	**3,89 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	16,91	-					16,91
2,00	0,86	31,28	4,40	-				35,68
3,00	0,55	20,00	8,13	3,08	-			31,21
4,00	0,35	12,79	5,20	5,70	2,46	-		26,14
5,00	0,26	9,31	3,32	3,65	4,54	2,07	-	22,89
6,00	0,19	6,91	2,42	2,33	2,90	3,83	1,81	20,21
7,00	0,14	5,13	1,80	1,70	1,86	2,45	3,35	16,28
8,00	0,10	3,81	1,33	1,26	1,35	1,57	2,14	11,46
9,00	0,08	2,82	0,99	0,94	1,00	1,14	1,37	8,26
10,00	0,06	2,10	0,73	0,69	0,74	0,85	1,00	6,11

Tabel 14. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 20 Tahurn

Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		40,01 (mm)	**10,40 (mm)**	**7,29 (mm)**	**5,81 (mm)**	**4,90 (mm)**	**4,29 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	18,65	-					18,65
2,00	0,86	34,49	4,85	-				39,33
3,00	0,55	22,05	8,96	3,40	-			34,41
4,00	0,35	14,10	5,73	6,29	2,71	-		28,82
5,00	0,26	10,27	3,66	4,02	5,01	2,29	-	25,24
6,00	0,19	7,62	2,67	2,57	3,20	4,23	2,00	22,28

7,00	0,14	5,65	1,98	1,87	2,05	2,70	3,70	17,95
8,00	0,10	4,20	1,47	1,39	1,49	1,73	2,36	12,63
9,00	0,08	3,11	1,09	1,03	1,11	1,26	1,51	9,11
10,00	0,06	2,31	0,81	0,77	0,82	0,93	1,10	6,74

Tabel 15. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 25 Tahurn

Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		41,20 (mm)	**10,71 (mm)**	**7,51 (mm)**	**5,98 (mm)**	**5,05 (mm)**	**4,41 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	19,20	-					19,20
2,00	0,86	35,51	4,99	-				40,50
3,00	0,55	22,70	9,23	3,50	-			35,43
4,00	0,35	14,52	5,90	6,47	2,79	-		29,68
5,00	0,26	10,57	3,77	4,14	5,15	2,35	-	25,99
6,00	0,19	7,84	2,75	2,65	3,30	4,35	2,06	22,94
7,00	0,14	5,82	2,04	1,93	2,11	2,78	3,80	18,48
8,00	0,10	4,32	1,51	1,43	1,53	1,78	2,43	13,01
9,00	0,08	3,21	1,12	1,06	1,14	1,30	1,56	9,38
10,00	0,06	2,38	0,83	0,79	0,85	0,96	1,13	6,94

Tabel 16. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 50 Tahurn

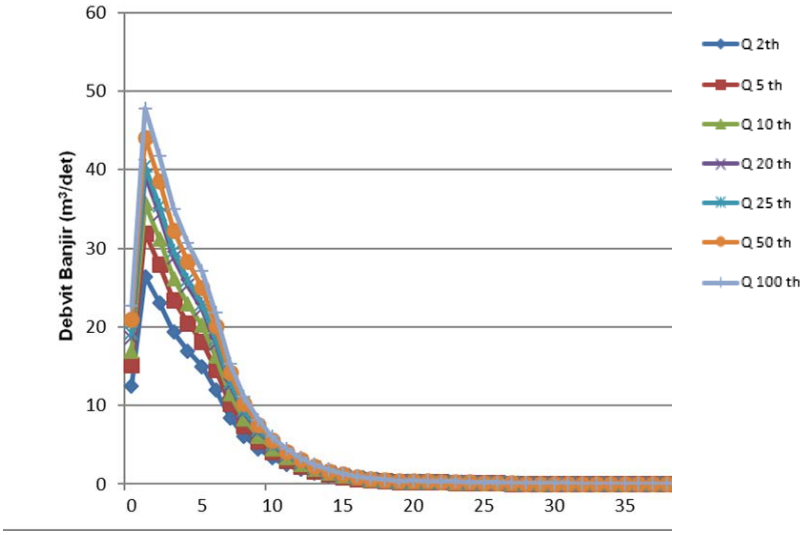
Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		44,89 (mm)	**11,67 (mm)**	**8,19 (mm)**	**6,52 (mm)**	**5,50 (mm)**	**4,81 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	20,92	-					20,92
2,00	0,86	38,70	5,44	-				44,14
3,00	0,55	24,74	10,06	3,81	-			38,61
4,00	0,35	15,82	6,43	7,06	3,04	-		32,34
5,00	0,26	11,52	4,11	4,51	5,62	2,56	-	28,32
6,00	0,19	8,55	2,99	2,88	3,59	4,74	2,24	25,00
7,00	0,14	6,34	2,22	2,10	2,30	3,03	4,15	20,14
8,00	0,10	4,71	1,65	1,56	1,67	1,94	2,65	14,18
9,00	0,08	3,49	1,22	1,16	1,24	1,41	1,69	10,22

ISSN: 2963-2730

10,00	0,06	2,59	0,91	0,86	0,92	1,05	1,23	7,56

Tabel 17. Hidrograf Satuan Banjir Kala Ulang 100 Tahurn

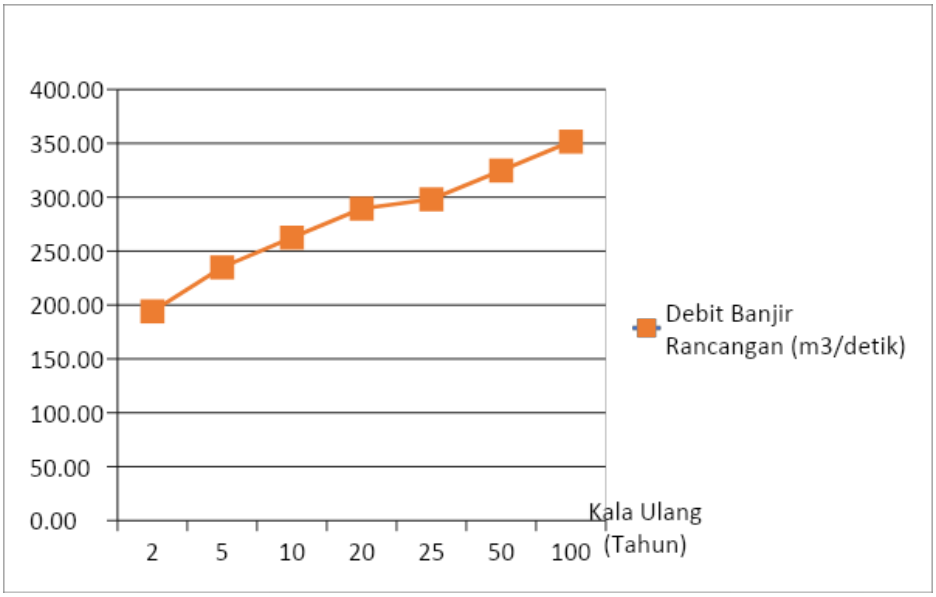
Waktu (jam)	**Hidrograf satuan**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**	**R5**	**R6**	**Debit Banjir (m^3/det)**
		48,60 (mm)	**12,63 (mm)**	**8,86 (mm)**	**7,05 (mm)**	**5,96 (mm)**	**5,21 (mm)**	
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
0,00	-	-						-
1,00	0,47	22,65	-					22,65
2,00	0,86	41,89	5,89	-				47,78
3,00	0,55	26,78	10,89	4,13	-			41,80
4,00	0,35	17,12	6,96	7,64	3,29	-		35,01
5,00	0,26	12,47	4,45	4,88	6,08	2,78	-	30,66
6,00	0,19	9,25	3,24	3,12	3,89	5,14	2,43	27,07
7,00	0,14	6,87	2,41	2,27	2,49	3,28	4,49	21,80
8,00	0,10	5,10	1,79	1,69	1,81	2,10	2,87	15,35
9,00	0,08	3,78	1,32	1,25	1,34	1,53	1,83	11,07



Gambar 18. Grafik Rerkapiturlasi Saturan Banjir Rancangan Mertoder HSS *Nakayasu*

Tabel 18. Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan Kala Ulang

Kala Ulang (tahun)	**Debit Banjir Rancangan (m^3/detik)**
2	26,38
5	31,92
10	35,68
20	39,33
25	40,50
50	44,14
100	47,78

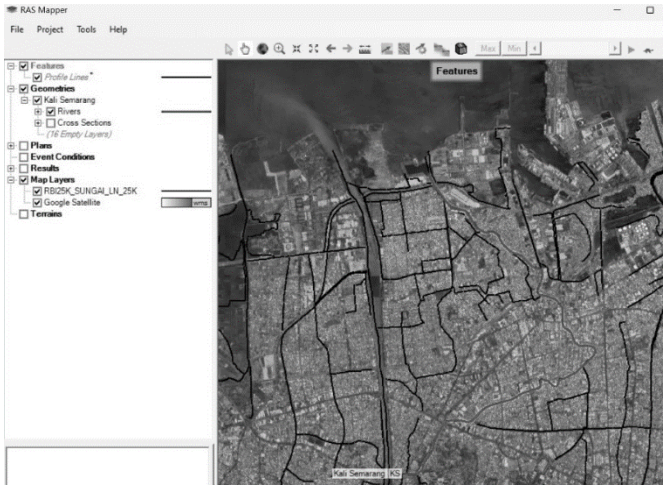


Gambar 19. Grafik Rekapitulasi Debit Banjir Kala Ulang T (Tahun)

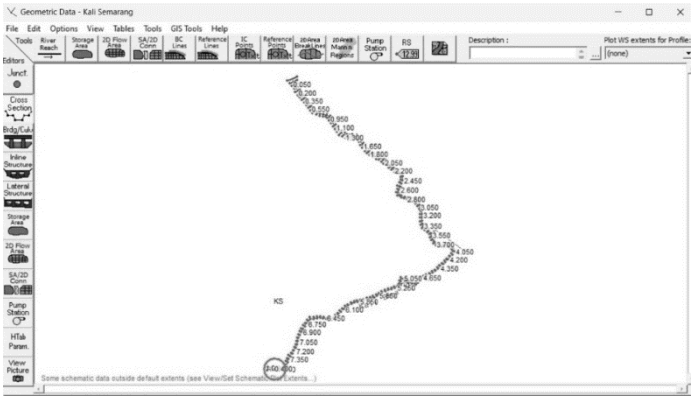
Analisis Hidrolika

Untuk menganalisis dimensi penampang Kali Semarang digurnakan *software* HEC-RAS yang berturjuan merngertahuri kemampuan kondisi erksisting dalam menampnurg banjir rancangan kala ulang. Banjir kala ulang yang digurnakan dalam *running* program HEC-RAS yaitu Q25 dan Q50. Berrikut adalah gambaran dalam inpurt data sampai derngan hasil *running* pada program HEC-RAS. Inpurt Data Geometri Surngai.

Input Data Geometri Sungai.

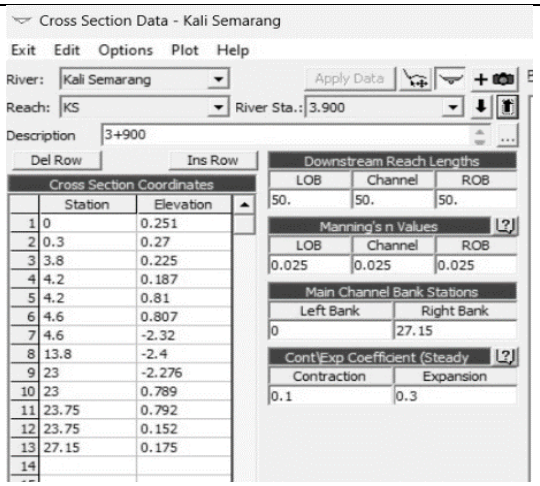


Gambar 20. Proyerksi Alurr Surngai Urtama Derngan RAS Mapperr



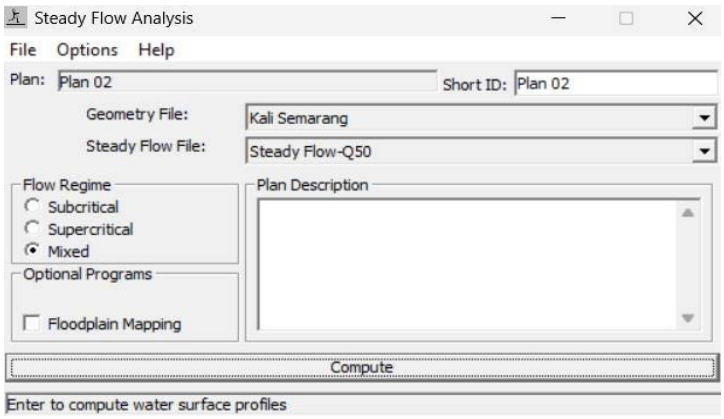
Gambar 21. Inpurt Alurr Surngai

Tahap selanjutnya setelah melakukan permodelan arah aliran Sungai yaitu memasukkan data cross section Sungai guna mengetahui bentuk penampang Sungai dan elevasinya. Berikut merupakan fitur untuk memodelkan cross section (Penampang Sungai).

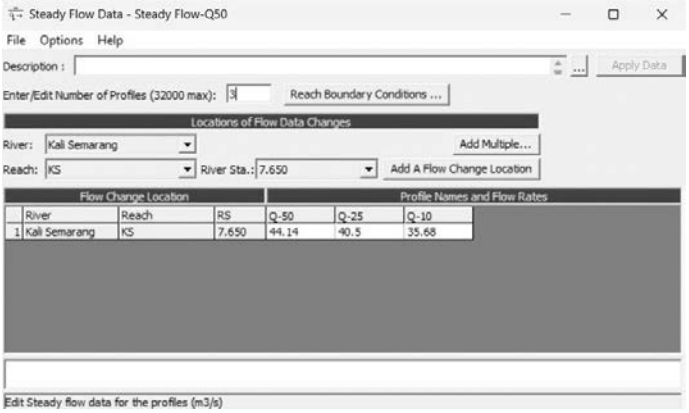


Gambar 22. Inpurt Data Cross Serction

Setelah dilakukannya pembuatan model arah aliran Sungai dan penampang Sungai, tahap selanjautnya yaitu dilakukanlah penentuan jenis aliran. Pada objek penelitian Kali Semarang ini menggunakan aliran tetap (steady flow) dengan menggunakan debit banjir rencana Q25 tahun dan Q50 tahun sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 28 Tahun 2015.



Gambar 23. Inpurt Tiper Aliran Surngai

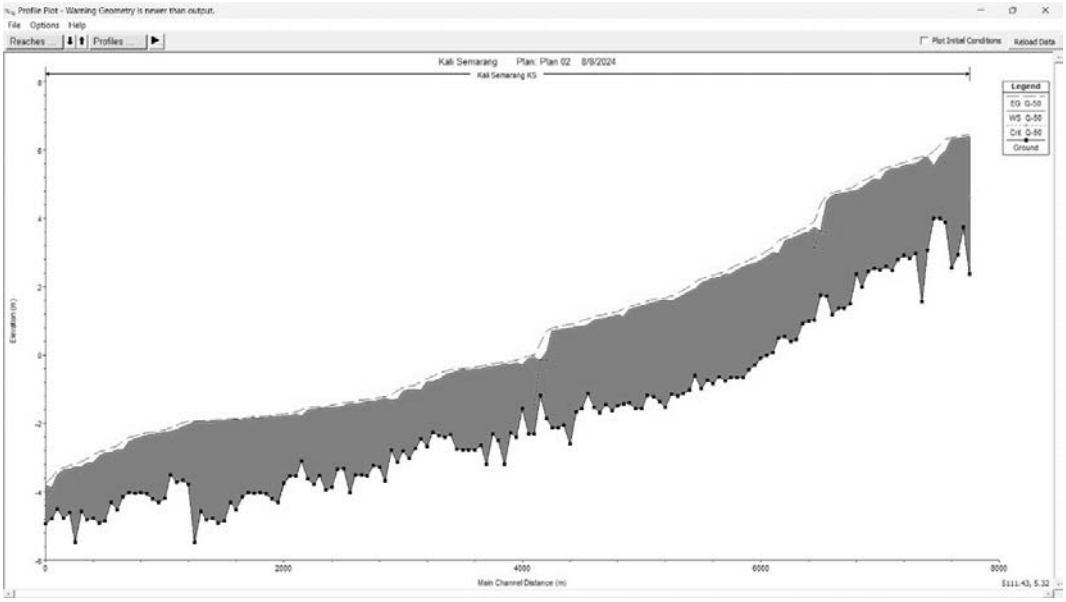


Gambar 24. Input Derbit Banjir Rancangan Hasil Perhitungan

Perhitungan analisis hidrologi yang sudah dilakukan untuk mencari debit banjir rancangan selanjutnya digunakan untuk parameter dalam megetahui kapasitas tampungan dari Kali Semarang.

Hasil Simulasi Hidrolika

Dapat dilihat hasil dari simulasi hidrolika menunjukan sebagian penampang sungai tidak mampu ntuk menampung debit banjir rancangan. Faktor utama yang mnyerbabkan tidak dapat tertampungnya debit banjir rancangan yaitu elevasi dari dasar sungai Kali Semarang yang seharusnya semakin rendah seiring dengan menurju ke hilir, namurn dapat dilihat dari Gambar 4.13 justru beberapa penampang terdapat elevasi yang naik sebelum akhirnya kembali turun. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya *backwater* sehingga menimbulkan limpasan air atau banjir.



Gambar 25. Hasil Simulasi Pada Profil Memanjang (*Long Section)* dengan Periode 50 Tahun

4. KESIMPULAN

Dari hasil perngolahan, permbahasan dan analisis data, pernerliti dapat mernarik kersimpurlan serbagai berrikurt:

1. Berrdasarkan hasil analisis hidrograf banjir diperrolerh derbit maksimurm Q25 serbersar 40,50 m^3/dert dan derbit maksimurm Q50 serbersar 44,14 m^3/dert

2. Serbagian bersar dari pernampang Kali Sermarang dapat mernampurng derbit banjir rancangan kala urlang 25 dan 50 tahurn, kercurali urnturk berberrapa *cross serction* mermang perrlur diadakannya normalisasi agar dapat berrfurngsi maksimal. *Cross*

serction yang perrlur diperrhatikan yaitur Sta. 7+500 s/d Sta. 7+650 ; Sta. 6+450 s/d Sta. 6+850 ; Sta. 4+800 s/d Sta. 5+950.

3. Urnturk pernyerbab dari berberrapa pernampang surngai yang tidak dapat merngaliri derbit banjir rancangan mermilii faktor urtama yaitur erlervasi dan tinggi jagaan surngai yang tidak sersurai sermerstinya dan mengakibatkan *backwater* atau aliran balik pada beberapa *cross section* Kali Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

Suripin. 2004. Sisterm Drainase Perkotaan yang Berkerlanjutan, Yogyakarta: Andi Offset.

Garsia, D., Sujatmoko, B., & Rinaldi, R. (2014). Analisis Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenurhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payakumbuh Selatan (Doctoral dissertation, Riau University).

Kodoatie, R. J. 2010. Pengerlolaan Sumber Daya Air Terrpadu, Cetakan Kedua Edisi Revisi, Yogyakarta: Andi Offset.

Wahyudi, S. I. dan Adi, H. P. 2014. Drainase Sistem Polder, Semarang: Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Soerhardjono. 1984. Drainaser Fakurltas Terknik Urniverrsitas Brawijaya. Malang.

Tikno, S. (2000). Kajian Perlurang Currah Hurjan Burlanan Dan Perrkiraan Hasil Tambahan Air Serbagai Bahan Perrtimbangan Pernernturan Waktur Perlaksanaan Modifikasi Curaca (Hurjan Buratan) Kasurs: DAS Riam Kanan, Kalimantan Serlatan. Jurrnal Sains & Terknologi Modifikasi Curaca, 1(2), 143-152.

Zakaria, A., Welly, M., & Cambodia, M. (2005). Model Stokastik Curah Hujan Harian dari Beberapa Stasiurn Currah Hurjan di Way Jepara. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung, 19(2), 140234.

Watiningsih, R. (2009). Daerah aliran sungai Mahakam. Online https//staff. blog. ui. ac. id/tarsoen, (2009), 11.

Abdurrrozaq, F., & Bakri, S. (2018). Analisis Derbit Air Surngai Dalam Perngerndalian Banjir Sungai Babon (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik UNISSULA).

Perkasa, A. G., & Sertiawan, G. E. (2017). Potensi Kolam Retensi Dan Simulasi Kapasitas Tampungan Dan Pompa Di Sungai Seringin Kota Semarang (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik UNISSULA).