

## ANALISIS ANGKA KEBUTUHAN NYATA OPERASI DAN PEMELIHARAAN SUNGAI DERESAN

PIPIT SKRIPTIANATA PUTRA PRANIDA<sup>1</sup>, NICKO FADHIL MUHAMMAD<sup>2</sup>

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang<sup>1,2</sup>

Email: pipitsputra@untagsmg.ac.id<sup>1</sup>, nicko-fadhil@untagsmg.ac.id<sup>2</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v8i1.5427>

**Abstrak:** Kabupaten Demak adalah kabupaten dimana di dalamnya terdapat berbagai macam sungai beserta prasarananya, diantaranya adalah Sungai Deresan, sungai tersebut memiliki panjang 9,5 km. DAS Deresan memiliki luas wilayah 57,5075 km<sup>2</sup> dan memiliki batas wilayah sebelah utara adalah Laut Jawa, sebelah barat adalah DAS Babon & DAS Penggaron, sebelah selatan adalah DAS Jragung dan sebelah timur adalah DAS Tulung Setu (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2015). Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini diperlukan untuk meminimalkan kesalahan sehingga diharapkan memperoleh hasil yang terbaik dari beberapa analisis yang dilakukan. Analisis-analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut: Menganalisis debit banjir dalam kondisi eksisting, Menganalisis hidrolika penampang saluran sungai dari berbagai debit banjir tahunan (Q) dan Menganalisis kinerja Sungai Deresan. Hasil dari analisis hidologi kondisi eksisting menghasilkan debit banjir Q2 = 7,52 m<sup>3</sup>/dtk, Q5 = 9,37 m<sup>3</sup>/dtk, Q10 = 10,55 m<sup>3</sup>/dtk, Q25 = 11,74 m<sup>3</sup>/dtk, Q50 = 13,32 m<sup>3</sup>/dtk, Q100 = 14,51 m<sup>3</sup>/dtk. Hasil dari analisis hidrologi menghasilkan terjadinya luapan sudah terjadi mulai dari Q2 di beberapa lokasi karena banjir rob pasang air laut. Hasil penilaian kinerja Sungai Deresan sebagai berikut: Sarana sungai menghasilkan nilai sebesar 80,27% sehingga memerlukan Pemeliharaan Preventif, prasarana sungai menghasilkan nilai sebesar 63,55% sehingga Pemeliharaan Korektif.

**Kata kunci:** Sungai Deresan, Debit Banjir, Hidrologi, Hidrolika, Kinerja Sungai.

### A. Pendahuluan

Kabupaten Demak adalah salah satu Kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Demak memiliki luas wilayah 897,43 km<sup>2</sup> dan memiliki penduduk sebanyak 1.203.956 jiwa (Pemerintah Kabupaten Demak, 2020). Kabupaten Demak adalah kabupaten dimana di dalamnya terdapat berbagai macam sungai beserta prasarananya, diantaranya adalah Sungai Deresan, sungai tersebut memiliki panjang 9,5 km. Sungai tersebut juga masuk di dalam kategori Orde 1, yaitu sungai yang alirannya merupakan aliran langsung dari mata air. Sungai Deresan juga merupakan salah satu sungai yang ditangani oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. Hulu Sungai Deresan memiliki koordinat x = 447449,97 dan y = 9241817,74, sedangkan pada sisi hilir berkordinat x = 450199,35, y = 9233206,13. DAS Deresan memiliki luas wilayah 57,5075 km<sup>2</sup> dan memiliki batas wilayah sebelah utara adalah Laut Jawa, sebelah barat adalah DAS Babon & DAS Penggaron, sebelah selatan adalah DAS Jragung dan sebelah timur adalah DAS Tulung Setu (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2015).

### B. Metodologi Penelitian

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini diperlukan untuk meminimalkan kesalahan sehingga diharapkan memperoleh hasil yang terbaik dari beberapa analisis yang dilakukan. Analisis-analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis debit banjir dalam kondisi eksisting.
2. Menganalisis hidrolika penampang saluran sungai dari berbagai debit banjir tahunan (Q).
3. Menganalisis kinerja Sungai Deresan.

### Analisis Data Hidrologi

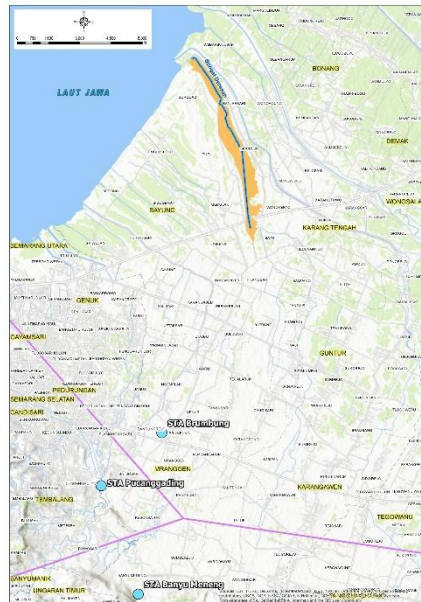
Data hidrologi dianalisis melalui 3 tahapan yaitu:

a. Perhitungan curah hujan (CH) maksimum tahunan

Perhitungan rerata CH menggunakan poligon Thiessen dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasar pada pembobotan poligon Thiessen di Gambar 2 maka data hujan diambil hanya dari Stasiun Hujan Brumbung. Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian dari tahun 2013 sampai dengan 2022.

b. Analisis dan Uji distribusi

Analisis distribusi hujan membandingkan 4 metode distribusi, yaitu: Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal. Pengujian distribusi dilakukan menggunakan 2 metode, yaitu: Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Analisis & uji distribusi dilakukan (*running*) melalui perangkat lunak (*software*) Aprob.



Gambar 1. Peta pembagian poligon Thiessen

c. Debit banjir rencana

Debit banjir rencana dianalisis menggunakan perbandingan 4 metode, yaitu: Rasional, Hasper, Weduwen, HSS Gama I, kemudian dipilih yang sesuai dengan kenyataan.

### Metode Pengumpulan Data

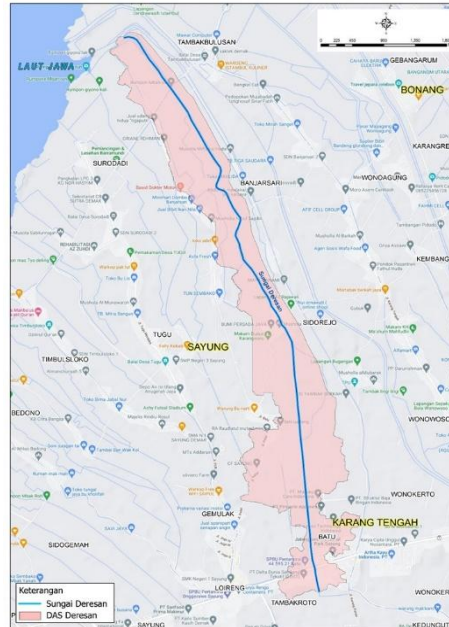
Data yang digunakan untuk dianalisis adalah sebagai berikut:

a. Data daerah tangkapan air hujan (*catchment area*).

Data daerah tangkapan air hujan menggunakan data primer, yaitu data yang diambil langsung dilokasi penelitian. Gambar *catchment area* ditampilkan pada Gambar 2.

b. Data curah hujan.

Data yang digunakan diperoleh dari Balai PSDA Seluna, sehingga termasuk kategori data sekunder. Data curah hujan yang digunakan adalah dari Stasiun Hujan Brumbung. Hasil perhitungan curah hujan maksimal ditampilkan pada Tabel 2.

Gambar 2. Gambar daerah tangkapan air hujan (*catchment area*) Sungai Deresan.

Tabel 2. Curah hujan maksimal

No.	Tahun	Waktu	Curah Hujan yang Berpengaruh pada DAS		Pengaruh Hujan Maks.	
			Sta. Brumbung (R1)	Sta. Brumbung C1	Jumlah	Max (mm/hari)
					100% C1xR1	
1	2013	2/23/2013	92	92	92	92
2	2014	2/4/2014	120	120	120	120
3	2015	3/21/2015	105	105	105	105
4	2016	4/11/2016	105	105	105	105
5	2017	2/7/2017	94	94	94	94
6	2018	12/8/2018	82	82	82	82
7	2019	4/9/2019	107	107	107	107
8	2020	2/20/2020	100	100	100	100
9	2021	2/28/2021	91	91	91	91
10	2022	12/31/2022	137	137	137	137

### C. Pembahasan dan Analisis

#### Analisis Distribusi Curah Hujan dan Uji Kecocokan

Analisis distribusi hujan menggunakan 4 metode distribusi, yaitu: Distribusi Gumber, Distribusi Normal, Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson III. Setelah analisis distribusi selanjutnya adalah uji kecocokan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode Smirnov-Kolmogorov dan metode Chi Kuadrat. Analisis distribusi dan uji kecocokan di *running* menggunakan perangkat lunak Aprob. Hasil *running* dari Aprob dapat dilihat pada Gambar 3, yang dimana Distribusi Log Perason III yang dipilih untuk menghitung hujan rencana. Hasil perhitungan hujan rencana ditamiplkan pada Tabel 3.

```

Statistika data
--> jumlah data      : 10
--> minimum         : 82
--> maximum         : 137
--> rata-rata       : 103.300000
--> simpangan baku  : 15.860853
--> kurtosis        : 4.249004
--> excess kurtosis : 1.249004
--> skewness        : 1.015824

Statistika logaritma data
--> jumlah data      : 10
--> minimum         : 1.913814
--> maximum         : 2.136721
--> rata-rata       : 2.009744
--> simpangan baku  : 0.064043
--> kurtosis        : 3.603232
--> excess kurtosis : 0.603232
--> skewness        : 0.651665

Uji kecocokan terhadap sebaran data teoretis, \alpha = 0.10 (tingkat keyakinan 1-\alpha) = 0.90
Gumbel      Log Normal  Log Pearson III  Normal
Smirnov-Kolmogorov  lulus      lulus      lulus      lulus
Selisih maksimum  0.068      0.107      0.071      0.135
Chi-kuadrat  lulus      lulus      lulus      lulus
Chi-2 maksimum  4.000      6.800      6.800      2.600

Estimasi besaran menurut berbagai nilai kala ulang [tahun]
Kala ulang  Gumbel      Log Normal  Log Pearson III  Normal
2           101         102         101         103
5           115         116         115         117
10          124         124         124         124
25          133         130         133         129
50          144         138         145         136
100         153         144         154         140
200         162         150         164         144
500         173         156         176         149
1000        182         161         186         152
    
```

Gambar 3. Hasil *running* analisis distribusi dan uji kecocokan dari Aprob.

Tabel 3. Hasil perhitungan hujan rencana

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	101.00	115.00	124.00	133.00	145.00	154.00
1	35.01	39.87	42.99	46.11	50.27	53.39
2	22.06	25.12	27.08	29.05	31.67	33.63
3	16.83	19.17	20.67	22.17	24.17	26.67
	13.90	15.82	17.06	18.30	19.95	21.19
5	11.97	13.63	14.70	15.77	17.19	18.26
6	10.60	12.07	13.02	13.96	15.22	16.17
7	9.57	10.90	11.75	12.60	13.74	14.59
8	8.75	9.97	10.75	11.53	12.57	13.35
9	8.09	9.21	9.94	10.66	11.62	12.34
10	7.54	8.59	9.26	9.93	10.83	11.50
11	7.08	8.06	8.69	9.32	10.16	10.79
12	6.68	7.61	8.20	8.80	9.59	10.19
13	6.33	7.21	7.78	8.34	9.09	9.66
14	6.03	6.86	7.40	7.94	8.65	9.19
15	5.76	6.55	7.07	7.58	8.26	8.78
16	5.51	6.28	6.77	7.26	7.92	8.41
17	5.30	6.03	6.50	6.97	7.60	8.08
18	5.10	5.80	6.26	6.71	7.32	7.77
19	4.92	5.60	6.04	6.48	7.06	7.50

t (jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
20	4.75	5.41	5.83	6.26	6.82	7.25
21	4.60	5.24	5.65	6.06	6.60	7.01
22	4.46	5.08	5.48	5.87	6.40	6.80
23	4.33	4.93	5.32	5.70	6.22	6.60
24	4.21	4.79	5.17	5.54	6.04	6.42

### Debit Banjir Rencana

Analisis debit banjir rencana dilakukan dengan membandingkan 4 metode, yaitu: Rasional, Hasper, Weduwen, HSS Gama I. Hasil dari 4 metode tersebut ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan hasil 4 metode analisis debit banjir

No	Periode Ulang	Rasional	Hasper	Weduwen	HSS Gama I
1	2	1.84	14.42	4.53	7.52
2	5	2.09	16.42	5.4	9.37
3	10	2.26	17.7	5.98	10.55
4	25	2.42	18.99	6.59	11.74
5	50	2.64	20.7	7.42	13.32
6	100	2.8	21.99	8.07	14.51

Berdasar dari hasil analisis yang ditampilkan pada Tabel 4. Untuk DAS Deresan dipilih metode HSS Gama I, dikarenakan hasilnya yang paling mendekati kenyataan. Sehingga diperoleh Q25 sebesar 11,74 m<sup>3</sup>/detik.

### Analisis Hidrolika

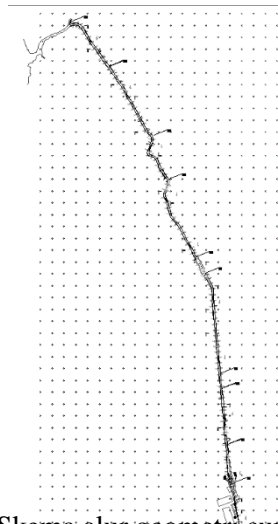
Analisis hidrolika dilakukan pada beberapa sampel lokasi diantaranya yang terjadi luapan banjir dan yang tidak sesuai dengan informasi data dari walkthrough dan survei lapangan untuk memastikan kapasitas penampang saluran pada lokasi tersebut apakah memang sudah tidak mencukupi dan perlu dilakukan upaya penanganan. Analisis kapasitas penampang ruas sungai dilakukan menggunakan Rumus Manning. Hasil yang analisisnya ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Analisis Kapasitas Penampang Sungai dengan Debit Banjir Rencana

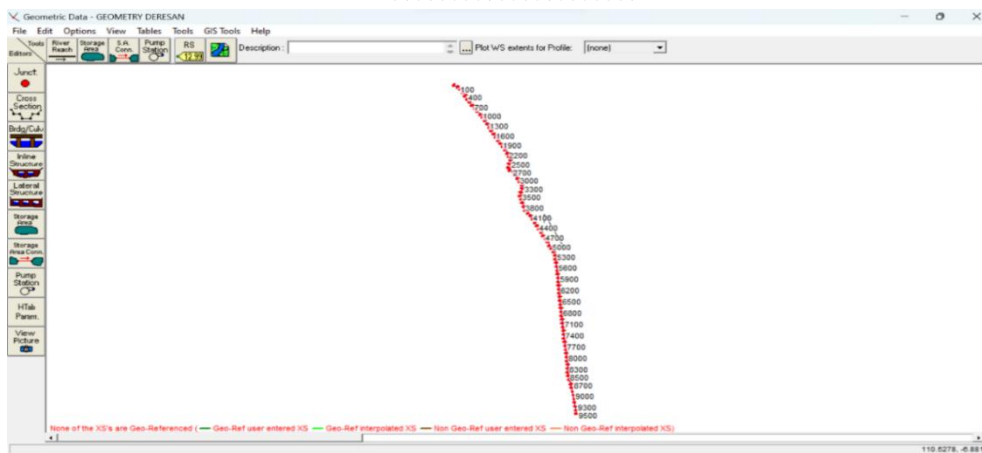
No	Nama Sungai	Posisi STA	Kapasitas Sungai pada Spot Pengukuran (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Banjir Rencana (m <sup>3</sup> /dt)	Cek Kapasitas
1	Deresan	0+000	10.52	11.74	Tidak Mencukupi
2	Deresan	0+100	10.54	11.74	Tidak Mencukupi
3	Deresan	4+800	9.49	11.74	Tidak Mencukupi
4	Deresan	8+400	9.57	5.87	Mencukupi

### Analisis Program Aplikasi HEC-RAS

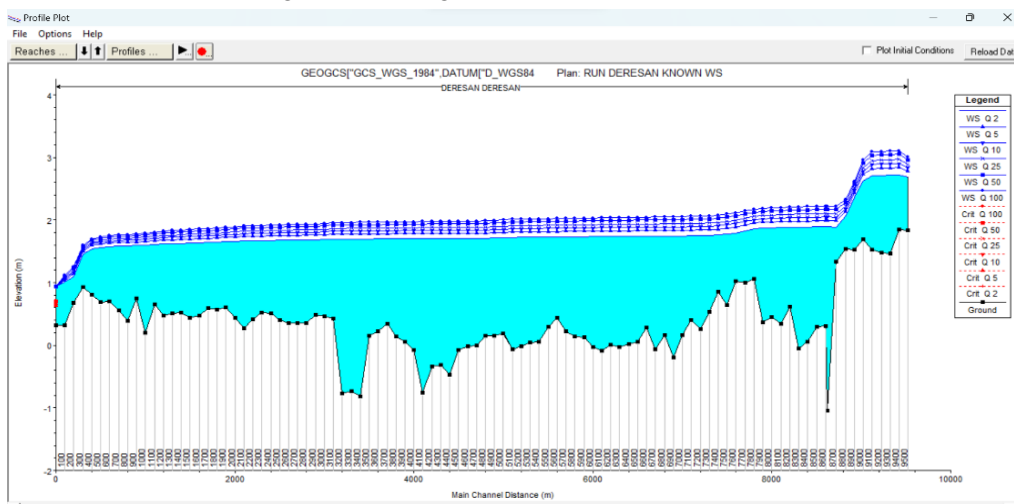
Elemen penting dalam HEC-RAS adalah memakai data geometri, hitungan hidraulika, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan. Alur geometri sungai ditampilkan pada Gambar 4, gambar pemodelan geometri dan letak *cross section* di HEC RAS ditampilkan pada Gambar 5. Gambar sampel penampang *cross section* ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 4. Skema alur geometri sungai Deresan



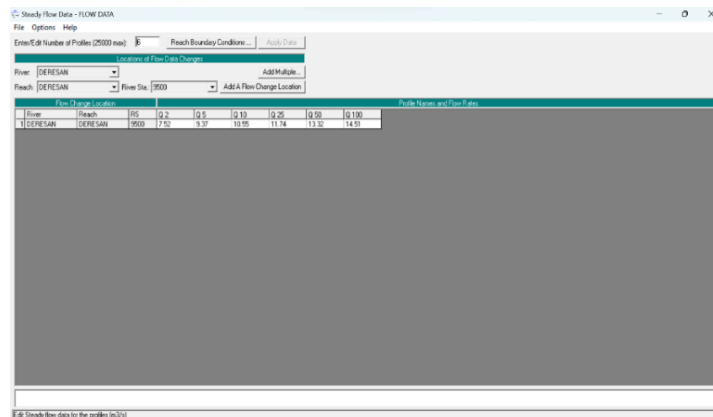
Gambar 5. Pemodelan geometri Sungai Deresan dan letak *cross section* di HEC RAS.



Gambar 6. Penampang *cross section* Sungai Deresan di HEC RAS

Setelah alur geometri dibuat maka selanjutnya adalah memasukkan data debit banjir. Hasil perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode HSS Gama I didapatkan debit rencana 2 tahun,

5 tahun, 10 tahun, 25 tahun 50 tahun dan 100 tahun (ditampilkan pada Tabel 4). Koefisien Manning diambil 0,04 karena dasar Sungai merupakan tanah berbatu, kasar dan tidak teratur. Tampilan input data debit banjir di HEC RAS ditampilkan pada Gambar 7. Koefisien kekasaran Manning ditampilkan pada Tabel 6.



Gambar 7. Tampilan Input Debit Banjir Rencana pada Sungai Deresan di HEC RAS.

**Penilaian Kinerja Sungai**

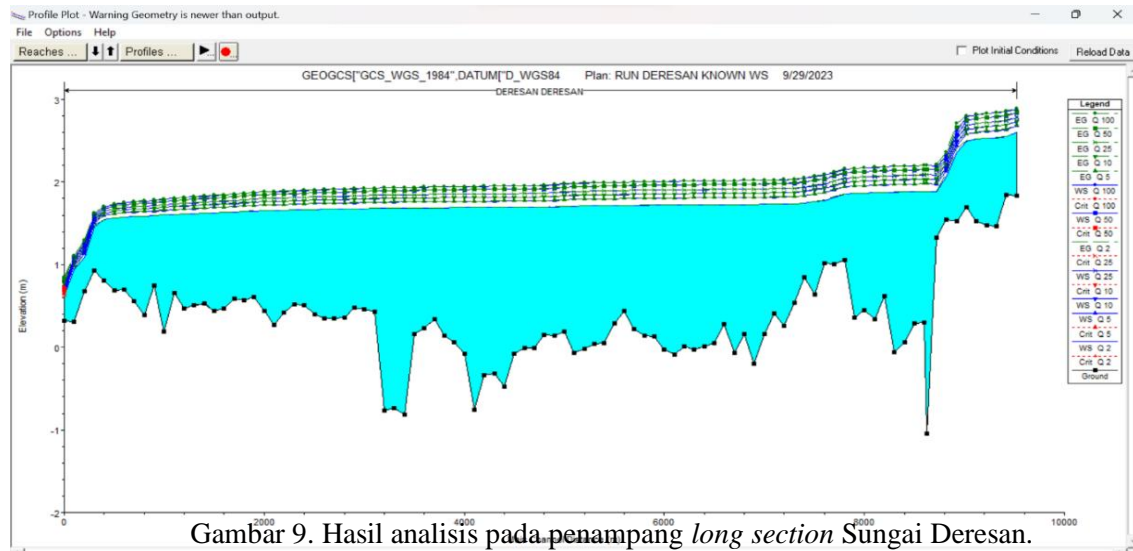
Penilaian kinerja sungai mengacu pada Surat Edaran Direktur Jendral Sumber Daya Air Nomor: 05/SE/D/2016 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan Operasi Dan Pemeliharaan Prasarana Sungai Serta Pemeliharaan Sungai meliputi tanggul sungai, revetment, jetty, krib, pelimpah banjir, pintu pengendali aliran, pompa banjir, bendung karet, retention pond, ground sill, jalan inspeksi, bangunan pos pantau H3, bangunan pendukung OP (lab, bengkel, dll), prasarana peralatan (alat berat, kendaraan OP), dan peralatan informasi dan komunikasi. Setiap komponen akan dinilai masing-masing dan komponen bagian akan dinilai kondisinya yang akan memberikan kontribusi nilai kondisi terhadap kondisi fisik dan kondisi fungsi prasarana sungai. Aspek penilaian kinerja sungaiditampilkan pada gambar 8.

POLA PIKIR		EVALUASI – ASPEK PENILAIAN			
Penilaian		Kondisi Fisik *)			
		50 Resiko Sangat Kecil = Kondisi Fisik Sangat Baik	40 Resiko Kecil = Kondisi Fisik Baik	25 Resiko Sedang = Kondisi Fisik Cukup Baik	10 Resiko Besar = Kondisi Fisik Jelek
Kondisi Fungsi *)	10 Resiko Besar = Kondisi Fungsi Buruk	60	50	35	20
	25 Resiko Sedang = Kondisi Fungsi Cukup	75	65	50	35
	40 Resiko Kecil = Kondisi Fungsi Baik	90	80	65	50
	50 Resiko Sangat Kecil = Kondisi Fungsi Sangat Baik	100	90	75	60
	METODE QUICK ASSESSMENT				
>90 Tak ada resiko + kinerja baik = Pemeliharaan rutin					
>70 Resiko Rendah + Kinerja Baik = Pemeliharaan Preventif					
50 - 70 Resiko Sedang + Kinerja Cukup = Pemeliharaan Korektif					
< 50 Resiko Tinggi + Kinerja Buruk = Pemel. Rehabilitatif					

Gambar 8. Klasifikasi penilaian kinerja sungai (Sumber: Ditjen SDA, 2016)

**Hasil Analisis Program HEC RAS**

Hasil analisis dari program HEC RAS ditampilkan dengan penampang *long section* pada Gambar 9. Lokasi letak titik banjir sungai ditampilkan pada Tabel 6.



Tabel 6. Lokasi letak titik banjir Sungai Deresan

<i>Sungai</i>	<i>Debit (Q)</i>	<i>TITIK STA</i>	<i>Keterangan</i>
<i>Deresan</i>	<i>Q2</i>	<i>STA 100 – STA 900, STA 1100 – 1900, STA 3400 – 3900, STA 4000 – STA 4800, STA 5100 – STA 5400, STA 5700 – STA 6700, STA 6900 – STA 7000, STA 7900, STA 8100, STA 8300 – STA 8400, STA 8900, STA 9300.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>
	<i>Q5</i>	<i>STA 100 – STA 900, STA 1100 – 1900, STA 2100, STA 2500 – STA 2800, STA 3300 – 3900, STA 4000 – STA 4900, STA 5100 – STA 5500, STA 5700 – STA 7000, STA 7200, STA 7900 – STA 8100, STA 8300 – STA 8400, STA 8800 – 8900, STA 9200 – STA 9300.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>
	<i>Q10</i>	<i>STA 0 – STA 900, STA 1100 – STA 2100, STA 2500 – STA 2900, STA 3300 – 3900, STA 4000 – STA 4900, STA 5100 – STA 5500, STA 5700 – STA 7000, STA 7200, STA 7900 – STA 8400, STA 8800 – 8900, STA 9100 – STA 9300.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>
	<i>Q25</i>	<i>STA 0 – STA 2100, STA 2500 – STA 3000, STA 3300 – 3900, STA 4000 – STA 4900, STA 5100 – STA 5500, STA 5700 – STA 7000, STA 7200, STA 7900 – STA 8400, STA 8800 – 8900, STA 9100 – STA 9300.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>



<i>Sungai</i>	<i>Debit (Q)</i>	<i>TITIK STA</i>	<i>Keterangan</i>
	<i>Q50</i>	<i>STA 0 – STA 2200, STA 2500 – STA 3100, STA 3300 – 3900, STA 4000 – STA 4900 – STA 5500, STA 5700 – STA 7300, STA 7900 – STA 8400, STA 8800 – STA 9300.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>
	<i>Q100</i>	<i>STA 0 – STA 3100, STA 3300 – 3900, STA 4000 – STA 4900 – STA 5500, STA 5700 – STA 7300, STA 7500, STA 7900 – STA 8400, STA 8600, STA 8800 – STA 9400.</i>	<i>Banjir rob karena terpengaruh pasang air laut</i>

### Kinerja Sungai Deresan

Penilaian kinerja Sungai Deresan dilakukan dengan melakukan survey dan pengamatan. Hasil analisis kinerja Sungai Deresan ditampilkan di Tabel 7.

Tabel 7. Penilaian Kinerja Sungai Deresan.

<b>No.</b>	<b>Item Sungai Deresan</b>	<b>Skor Fisik</b>	<b>Skor Fungsi</b>	<b>Nilai Kinerja Sarana Sungai</b>	<b>Jenis Pemeliharaan</b>
<b>1</b>	Sarana Sungai Deresan	35,54%	44,73%	80,27%	<b>PEMELIHARAAN PREVENTIF</b>
<b>2</b>	Prasarana Sungai Deresan	28,87%	34,69%	63,55%	<b>PEMELIHARAAN KOREKTIF</b>
	<b>Nilai Kinerja Sungai Deresan</b>	32,20%	39,71%	71,91	<b>PEMELIHARAAN PREVENTIF</b>

### D. Penutup

#### Simpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini melalui tahapan analisis hidrologi, hidrolika dan survei pengamatan yang sudah dilakukan secara menyeluruh adalah sebagai berikut:

- Potensi debit banjir kala ulang yang terjadi terjadi pada kondisi eksisting setelah dianalisis hidrologi adalah:
  - $Q_2 = 7,52 \text{ m}^3/\text{dtk}$
  - $Q_5 = 9,37 \text{ m}^3/\text{dtk}$
  - $Q_{10} = 10,55 \text{ m}^3/\text{dtk}$
  - $Q_{25} = 11,74 \text{ m}^3/\text{dtk}$
  - $Q_{50} = 13,32 \text{ m}^3/\text{dtk}$
  - $Q_{100} = 14,51 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Berdasar analisis hidrolika lokasi-lokasi yang mengalami banjir adalah sebagai berikut:
  - $Q_2$  terjadi banjir pada: STA 100 – 900, STA 1100 – 1900, STA 3400 – 3900, STA 4000 – 4800, STA 5100 – 5400, STA 5700 – 6700, STA 6900 – 7000, STA 7900, STA 8100, STA 8300 – 8400, STA 8900, STA 9300. Banjir tersebut disebabkan pasang air laut.
  - $Q_5$  terjadi banjir pada: STA 100 – 900, STA 1100 – 1900, STA 2100, STA 2500 – STA 2800, STA 3300 – 3900, STA 4000 – 4900, STA 5100 – 5500, STA 5700 – 7000, STA 7200, STA 7900 – 8100, STA 8300 – 8400, STA 8800 – 8900, STA 9200 – 9300. Banjir tersebut disebabkan pasang air laut.

- c. Q10 terjadi banjir pada: STA 0 – 900, STA 1100 – 2100, STA 2500 – 2900, STA 3300 – 3900, STA 4000 – 4900, STA 5100 – 5500, STA 5700 – 7000, STA 7200, STA 7900 – 8400, STA 8800 – 8900, STA 9100 – 9300. Banjir tersebut disebabkan pasang air laut.
  - d. Q25 terjadi banjir pada: STA 0 – 2100, STA 2500 – 3000, STA 3300 – 3900, STA 4000 – 4900, STA 5100 – 5500, STA 5700 – 7000, STA 7200, STA 7900 – 8400, STA 8800 – 8900, STA 9100 – 9300.
  - e. Q50 terjadi banjir pada: STA 0 – 2200, STA 2500 – 3100, STA 3300 – 3900, STA 4000 – 4900, STA 5500, STA 5700 – 7300, STA 7900 – 8400, STA 8800 – 9300.
  - f. Q100 terjadi banjir pada: STA 0 – 3100, STA 3300 – 3900, STA 4000 – 4900 – STA 5500, STA 5700 – 7300, STA 7500, STA 7900 – 8400, STA 8600, STA 8800 – 9400.
3. Hasil penilaian kinerja Sungai Deresan sebagai berikut:
    - a. Sarana sungai menghasilkan nilai sebesar 80,27% sehingga memerlukan Pemeliharaan Preventif.
    - b. Prasarana sungai menghasilkan nilai sebesar 63,55% sehingga Pemeliharaan Korektif.

### Saran

Saran yang dapat diberikan hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan operasi dan pemeliharaan prasarana dan pemeliharaan sungai sangat diperlukan sebagai upaya dan langkah-langkah strategis untuk melindungi setiap masyarakat dengan dengan langkah-langkah penanggulangan bencana banjir dengan cara menjaga dan menjamin sarana dan prasarana sumber daya air agar dapat berfungsi sesuai dengan rencana peruntukan dan umur pelayanan, yang dimulai dari sebelum, pada saat dan setelah bencana terjadi).
2. Mempertimbangkan kondisi, baik kondisi sungai maupun prasarana sungainya, maka diperlukan biaya untuk kegiatan operasi dan pemeliharaan prasarana sungai serta pemeliharaan sungai, supaya fungsi sungai dan prasarana sungai tetap terjaga dengan baik.

### Daftar Pustaka

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 06/PRT/M/2015 TENTANG Eksploitasi dan Pemeliharaan Sumber Air dan Bangunan Pengairan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2015 tentang Kriteria Penetapan Wilayah Sungai. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2016. Surat Edaran Dirjen SDA Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 05/SE/D/2016 Tanggal 9 Juni 2016 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sungai Serta Pemeliharaan Sungai Direktorat Jenderal Departemen Pekerjaan Umum. 2013. Standar Perencanaan Irigasi KP-01. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Limantara, L.M. (2015). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- Muhammad, N.F. (2022) Analisis Pemanenan Air Hujan (Studi Kasus di Kampus UNTAG Semarang). *Journal of Civil Engineering and Technology Sciences*. (1) 1. 36-42.
- Muhammad, N.F., Darsono, S., Suharyanto, Supriyanto, A. (2021) Analisis Reduksi Debit Banjir di Dalam DAS Pucang Gading. *Rang Teknik Journal*. (4) 2. 220-228.
- Muhammad, N.F., Hapsari R.N.A., Suseno, D.P. (2023) Analisis Perbandingan Kalibrasi Curah Hujan Jam-jaman Menggunakan Stasiun Hujan Hulu dan Hilir. *Rang Teknik Journal*. (6) 1. 1-10.
- Muhammad, N.F., Nugroho B.J. (2024) Analisis Drainase pada Lahan yang Mengalami Perubahan Fungsi (Studi Kasus di Kawasan Kampus Politeknik PU). *Rang Teknik Journal*. (7) 1. 64-73.
- Triatmodjo, B, (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta. Andi.