

Analisis Reduksi Debit Banjir Di Dalam DAS Pucang Gading

Nicko Fadhil Muhammad¹, Suseno Darsono², Suharyanto³, Agus Supriyanto⁴
 Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro¹
 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

Email: nickofadhil90@gmail.com¹, sdarsono@hotmail.com², suharyanto20@yahoo.co.id², agus-supriyanto@untagsmg.ac.id³

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2344>

Abstrak: Pemerintah Indonesia menyusun kebijakan Nasional Sumber Daya Air. Undang-undang Nomor. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air (SDA) dimaksudkan untuk mengelola SDA wilayah sungai, baik jangka pendek, menengah maupun jangka panjang secara berkelanjutan. Bencana banjir di DAS Pucang Gading terjadi di beberapa tahun terakhir. Banjir pada wilayah tersebut berakibat buruk bagi lingkungan sekitar. Kerugian tidak hanya dialami oleh masyarakat namun juga oleh pemerintah di daerah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi banjir di DAS Pucang Gading menjadi referensi dalam menanggulangi banjir yang terjadi di wilayah tersebut. Beberapa analisis yang dilakukan adalah menganalisis banjir kondisi eksisting dengan debit banjir kala ulang 100 tahun (skema 1), analisis untuk mereduksi banjir dengan penambahan embung dan kolam rencana (skema 2), analisis untuk mereduksi banjir dengan penambahan embung, kolam dan sudetan rencana (skema 3), serta memilih alternatif pemodelan yang sesuai pada lokasi banjir. Berdasar pada hasil analisis, alternatif yang direkomendasikan untuk berbagai lokasi banjir adalah sebagai berikut: lokasi banjir Perumahan Dinar Indah direkomendasikan 5 Embung (Kayen, Panggang Timur, Panggang, Mluweh dan Kalongan) yang mereduksi sebesar 84,20 m³/detik (13,79%), lokasi banjir jalan raya depan Kubota direkomendasikan Sudetan 1 yang mereduksi sebesar 9,60 m³/detik (80%), lokasi banjir Taman Tirto Agung direkomendasikan Sudetan 1 dan Kolam Tirto Agung yang mereduksi sebesar 31,40 m³/detik (58,26%), lokasi banjir Jl. Durian direkomendasikan Kolam KORPRI yang mereduksi sebesar 3,10 m³/detik (48,44%), lokasi banjir simpang UNPAND direkomendasikan 5 Kolam (Tirto Agung, Graha Estetika, Tirto Husodo, UNPAND dan KORPRI) dan 2 sudetan yang mereduksi sebesar 44,80 m³/detik (57,36%) dan 45,20 m³/detik (40,21%), lokasi Bendung Pucang Gading direkomendasikan 8 embung dan 5 kolam yang mereduksi sebesar 61,60 m³/detik (11,28%).

Kata kunci: Reduksi, Debit Banjir, Embung, Kolam, Sudetan, DAS Pucang Gading.

PENDAHULUAN**Latar Belakang**

Pemerintah Indonesia menyusun kebijakan Nasional Sumber Daya Air. Undang-undang Nomor. 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air (SDA) dimaksudkan untuk mengelola SDA wilayah sungai, baik jangka pendek, menengah maupun jangka panjang secara berkelanjutan. Untuk memenuhi kebutuhan air di berbagai sektor, maka perlu dirumuskan arahan pengelolaan sumber daya air terpadu sebagai pijakan dalam kegiatan pengelolaan sumber daya air yang selaras, serasi, seimbang, berwawasan lingkungan dan berkesinambungan. Pengelolaan sumber daya air yang tercantum pada UU Nomor. 17 Tahun 2019 berdasarkan asas :

- Kemanfaatan umum.
- Keterjangkauan.

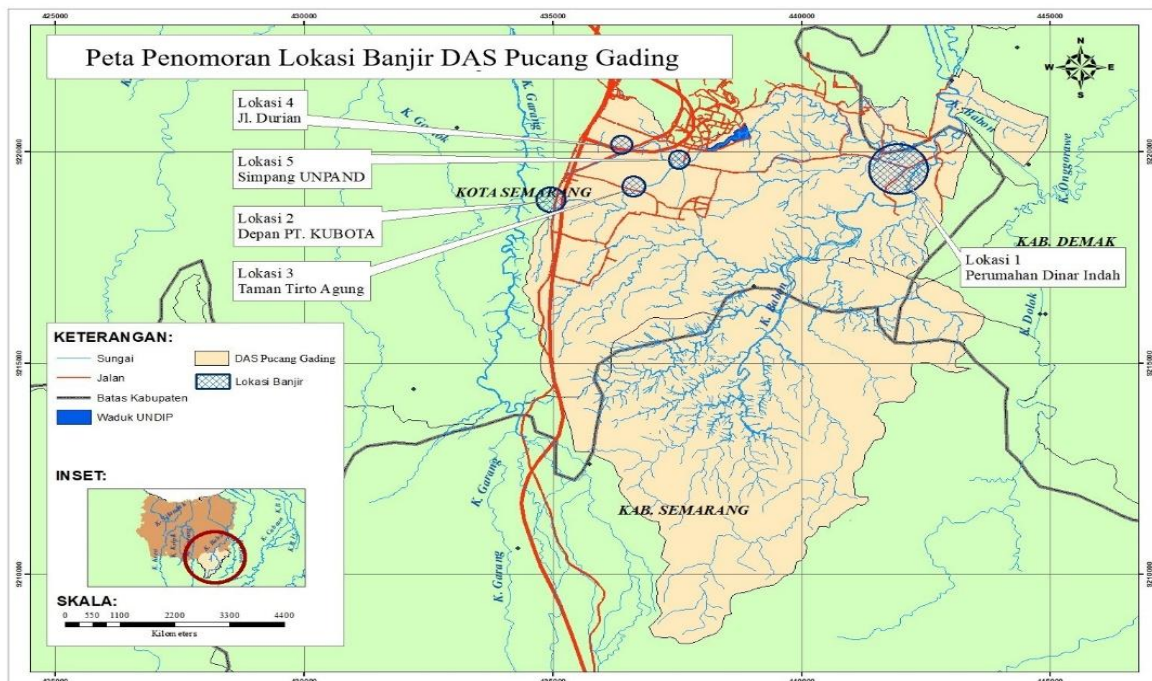
- Keadilan.
- Keseimbangan.
- Kearifan lokal.
- Wawasan lingkungan.
- Kelesatarian.
- Keberlanjutan.
- Keterpaduan dan keserasian.
- Transparansi dan akuntabilitas.

Pada proses pengendalian banjir, terdapat dua hal yang bisa dilakukan yaitu dengan menggunakan metode struktur dan non struktur. Penanggulangan banjir dengan metode struktur adalah dengan membangun atau menciptakan bangunan pengendali banjir, sementara metode non struktur adalah dengan melakukan pengelolaan dan penataan daerah yang berpotensi banjir. Beberapa metode struktur diantaranya adalah dengan bendungan, kolam penampungan, tanggul penahan banjir, saluran *by pass*, normalisasi

sungai dan sistem drainase khusus (Yudi, et al. 2017).

DAS Pucang Gading memiliki 2 sub DAS yaitu subDAS Gede yang hulunya berada di Kabupaten Semarang dan subDAS Krenseng yang hulunya berada di Kota Semarang. Aliran 2 sungai tersebut bertemu di Kecamatan Tembalang mengalir hingga ke Bendung Pucang Gading yang selanjutnya melalui Bendung Pucang Gading alirannya dibagi menjadi 3 aliran sungai yaitu Kanal Banjir Timur, Dombo Sayung dan Babon.

Beberapa area didalam DAS Pucang Gading yang berada di wilayah administrasi Kota Semarang sering kali terjadi banjir. Banjir tersebut terjadi di Kecamatan Banyumanik dan Tembalang. Peta lokasi banjir DAS Pucang Gading digambarkan pada Gambar 1. Akibat dari banjir tersebut adalah tergenangnya jalan dan pemukiman padat penduduk. Banjir pada wilayah tersebut berakibat buruk bagi perekonomian, sosial dan lingkungan sekitar. Kerugian tidak hanya dialami oleh masyarakat namun juga oleh pemerintah setempat di daerah tersebut.



Gambar 1. Peta banjir DAS Pucang Gading (Sumber: CV. Mitra Muda Rekayasa, 2019).

Penelitian reduksi banjir di DAS Pucang Gading adalah hal penting yang harus dilakukan agar menjadi referensi dalam menanggulangi banjir yang terjadi di wilayah tersebut.

Rumusan Masalah

Banjir yang terjadi di DAS Pucang Gading disebabkan oleh tingginya debit banjir sehingga mengakibatkan meluapnya sungai-sungai yang ada di DAS Pucang Gading. Permasalahan ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir potesial yang terjadi.
2. Bagaimana skemayang dapat mereduksi debit banjir puncak yang paling maksimal untuk menanggulangi banjir di area tersebut.

Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk menganalisis reduksi debit banjir puncak untuk menanggulangi debit banjir di DAS Pucang Gading menggunakan *software* HEC-HMS.

Tujuan dari penelitian ini adalah memilih alternatif pemodelan yang dapat mereduksi debit banjir yang sesuai dengan masing-masing lokasi banjir.

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian diperlukan analisis dan tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk mengurangi kesalahan dalam sebuah penelitian dan diharapkan dapat mencapai hasil yang maksimal dalam menganalisis

penelitian. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis banjir dengan kondisi eksisting, selanjutnya disebut skema 1.
2. Melakukan analisis banjir dengan menggunakan penambahan 5 embung rencana di Sungai Pucang Gading, 3 embung dan 5 kolam rencana di Sungai Krengseng, selanjutnya disebut skema 2.
3. Melakukan analisis banjir dengan menggunakan penambahan 5 embung rencana di Sungai Pucang Gading, 3 embung, 5 kolam rencana di Sungai Krengseng dan 2 sudetan di sungai Krengseng. Sudetan pertama menyudet Sungai Krengseng dialirkan menuju ke Sungai Garang yang berfungsi membagi debit banjir ke Sungai Garang dan ke Sungai Krengseng eksisting. Sudetan kedua membagi debit banjir dari kolam rencana Tirta Agung aliran dibagi 2 yaitu menuju Sungai Krengseng Eksisting dan menuju kolam rencana Graha Estetika kemudian dibagi lagi menuju Sungai Gede dan Sungai Krengseng eksisting, selanjutnya disebut skema 3.

Pengolahan Data Hidrologi

Pengolahan data dilakukan melalui 3 tahapan yaitu:

- a. Perhitungan curah hujan rerata tahunan

Data hujan diambil dari 3 stasiun hujan yang berada di DAS Pucang Gading yaitu: Stasiun Hujan Banyumeneng, Gunungpati dan Pucang Gading. Data hujan yang digunakan pada penelitian ini adalah data curah hujan harian dari 3 stasiun hujan tahun 2001 sampai dengan 2019. Ada penelitian ini analisis data curah hujan dengan menggunakan rerata thiesen.

- b. Analisis distribusi

Analisis distribusi hujan menggunakan metode Normal, Gumbel, Log Pearson III dan Log Normal.

- c. Uji distribusi

Pengujian distribusi dilakukan menggunakan Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

Tahapan analisis dan uji distribusi dilakukan menggunakan *software* Aprob.

Penelusuran Banjir

Penelusuran banjir adalah suatu metode yang dilakukan untuk menentukan waktu dan debit aliran (hidrograf) di suatu titik aliran berdasarkan hidrograf di suatu titik aliran

berdasarkan hidrograf yang diketahui sebelah hulu (Triatmodjo, 2009)

Penelusuran banjir dilakukan menggunakan *software* HEC-HMS.

Metode Pengumpulan Data

1. Data Hidrologi

Data hidrologi yang digunakan adalah:

- a. Data DAS Pucang Gading.

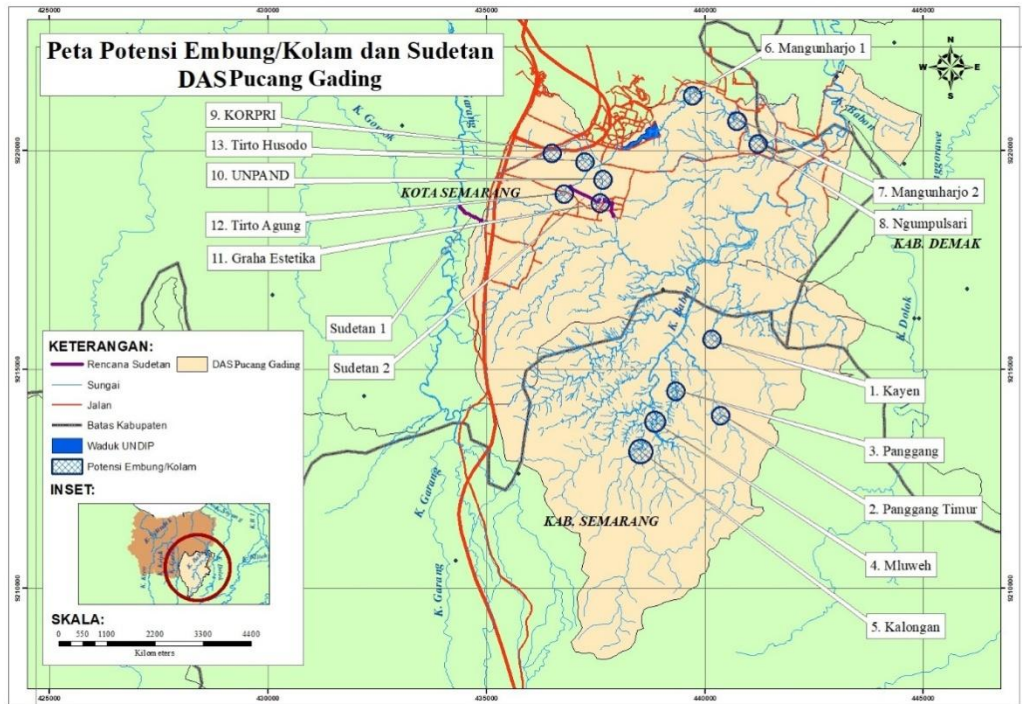
Data DAS tersebut diambil dari CV. Mitra Muda Rekayasa, data yang digunakan adalah luas DAS, panjang sungai utama dan peta kontur DAS.

- b. Data curah hujan.

Data ini merupakan data sekunder yang diambil dari PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah. Data curah hujan yang diambil dari 3 stasiun yang berdekatan dengan DAS Pucang Gading yaitu Stasiun Hujan Banyumeneng, Stasiun Hujan Gunungpati dan Stasiun Hujan Pucang Gading.

2. Data Embung

Data embung rencana dan eksisting di DAS Pucang Gading diperoleh dari CV. Mitra Muda Rekayasa yang berjumlah 8 embung, 5 kolam dan 2 sudetan rencana. Lokasi embung, kolam dan sudetan rencana ditampilkan pada Gambar 2. Data rekap kapasitas dan luas genangan embung dan kolam ditampilkan pada Tabel 1, sedangkan data sudetan rencana ditampilkan pada Tabel 2.



Gambar 2. Peta embung, kolam dan sudetan rencana (Sumber: CV. Mitra Muda Rekayasa, 2019).

Tabel 1. Daftar rekap embung dan kolam rencana.

No.	Nama	Sungai	Tinggi Embung (m)	Kapasitas Tampungan (m ³)	Luas Area Genangan (ha)
		Eksisting			
1	Waduk UNDIP	Krengseng	10	91.600,00	2,880
		Rencana			
1	Embung Kayen	Gede	12	94.873,77	2,274
2	Embung Panggang Timur	Gede	10	144.019,92	2,905
3	Embung Panggang	Gede	10	105.669,02	2,626
4	Embung Mluweh	Gede	10	253.029,49	5,411
5	Embung Kalongan	Gede	10	223.044,44	4,637
6	Embung Mangunharjo 1	Krengseng	10	54.997,99	1,605
7	Embung Mangunharjo 2	Krengseng	4	25.890,06	1,210
8	Embung Ngumpulsari	Krengseng	3	108.797,30	6,237
9	Kolam KORPRI	Krengseng	4,5	5.190,59	0,597
10	Kolam UNPAND	Krengseng	4,5	3.432,80	0,433
11	Kolam Graha Estetika	Krengseng	4,5	77.335,64	6,955
12	Kolam Tirto Agung	Krengseng	4,5	5.225,01	0,663
13	Kolam Tirto Husodo	Krengseng	4,5	1.235,17	0,198

(Sumber: CV. Mitra Muda Rekayasa, 2019).

Tabel 2. Daftar rekap sudetan rencana.

No	Nama Sudetan	Sungai Asal	Sungai Tujuan	Panjang Sudetan (m)
.				

1	Sudetan Rencana 1	Krengsen g	Garang	674, 028
2	Sudetan Rencana 2	Krengsen g	Anak Sungai Gede	1.911,451

(Sumber: CV. Mitra Muda Rekeyasa, 2019).

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Peta DAS

Pada penelitian ini langkah pertama adalah dengan pembuatan peta DAS yang didalamnya terdapat sub DAS, alur sungai dan embung eksisting. Pembagian sub DAS pada DAS Pucang Gading yang menjadi pembahasan penelitian ini. dibagi menjadi 90 sub DAS.

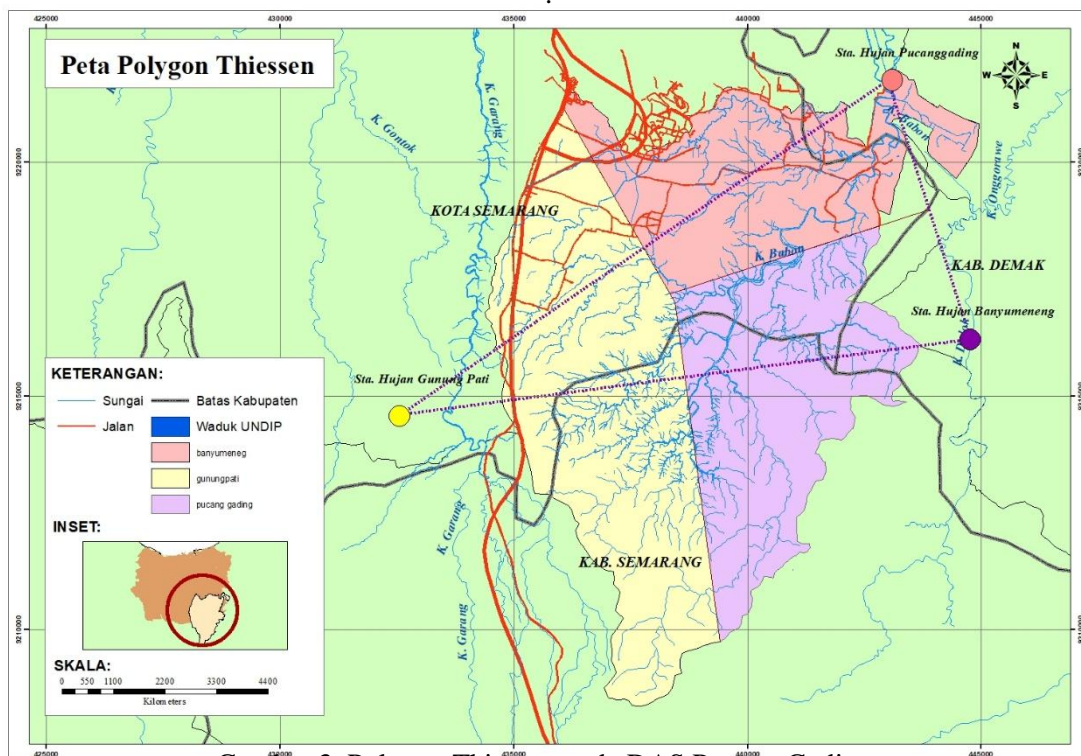
Analisis Curah Hujan

Pada penelitian ini stasiun hujan yang digunakan adalah Stasiun hujan Gunungpati, Banyumeneng dan Pucang Gading. Data curah hujan harian yang digunakan dari stasiun-stasiun tersebut adalah 19 tahun yaitu 2001 sampai dengan

2019. Berdasarkan pembagian wilayah poligon Thiessen luas wilayah pengaruh stasiun hujan adalah sebagai berikut:

- a. Stasiun hujan Gunungpati memiliki pengaruh seluas 33,95 km² kemudian dibuat persentase menjadi 43,38%.
- b. Stasiun hujan Banyumeneng memiliki pengaruh seluas 23,73km² kemudian dibuat persentase menjadi 30,32%.
- c. Stasiun hujan Pucang Gading memiliki pengaruh seluas 20,58 km² kemudian dibuat persentase menjadi 26,30%.

Gambar pembagian wilayah poligon Thiessen ditampilkan pada Gambar 3 dan Perhitungan hujan maksimum ditampilkan pada Tabel 3



Gambar 3. Polygon Thiessen pada DAS Pucang Gading.

Tabel 3. Hasil perhitungan hujan DAS

Tahun	Rmax (mm)
2001	49,853
2002	66,220
2003	72,178

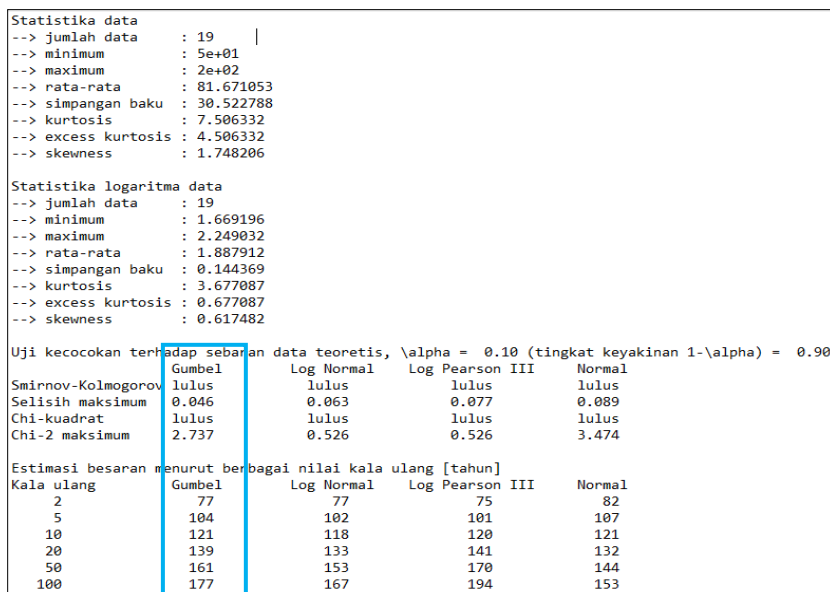
2004	72,889
2005	52,507
2006	88,633
2007	177,432
2008	106,073

2009	94,332
2010	80,070
2011	99,971
2012	60,881
2013	79,904
2014	83,106
2015	90,374
2016	116,732
2017	57,511
2018	46,687

2019	56,397
------	--------

Analisis Distribusi dan Penentuan Jenis Sebaran

Analisis dan uji distribusimenggunakan Apro. Analisis menggunakan 4 metode yaitu metode Normal, Gumbel, Log Perason III dan Log Normal. Pemilihan distribusi dipilih dari nilai selisih maksimum terkecil. Setelah itu diuji menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi Kuadrat. Hasil Apro ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil analisis Apro.

Perhitungan Waktu Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi atau waktu tiba banjir adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari suatu titik yang paling jauh ke suatu titik tinjau tertentu (Rachman, et al, 2014)

Pada penelitian ini waktu konsentrasi dihitung dari ujung hulu sungai Gede hingga Bendung Pucang Gading yang merupakan lokasi paling hilir. Hasil perhitungan TC ditampilkan pada Tabel 4. Pada perhitungan di Tabel 4 hasilnya adalah 4,10 jam sehingga dibulatkan menjadi 4 jam.

Perhitungan Curah Hujan Jam-jaman

Perhitungan curah hujan jam-jaman diperoleh dengan menggunakan kalibrasi distribusi hujan jam-jaman di DAS Pucang Gading, namun mengingat tidak diperolehnya data curah hujan jam-jaman yang berada di DAS Pucang Gading, maka diambil data dari stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Hujan Bandara Ahmad Yani sebagai pendekatan distribusinya. Hasil dari perhitungannya ditampilkan pada Tabel. 5.

Tabel 4. Perhitungan waktu konsentrasi.

No	Nama Subdas	Luas km ²	Panjang Sungai (m)	Panjang Sungai (Km)	Elv. Hulu (m)	Elv. Hilir (m)	Kemiringan (s)	TC (jam)
1	SDG 13	0,666	1.230,485	1,230	144,000	48,000	0,08	0,21
2	SDG 14	7,553	10.760,649	10,761	222,000	24,000	0,02	1,92
3	SDG 18	10,392	9.611,186	9,611	448,000	129,000	0,03	1,41
4	SDG 18b	1,548	2.223,844	2,224	198,000	64,000	0,06	0,36
5	SDG 19	0,796	1.190,684	1,191	148,000	58,000	0,08	0,21
Total								4,10

Tabel 5. Hasil perhitungan hujan jam-jaman.

CH Jam Ke	Bobot	CH Harian Kala Ulang (mm)					
		2 th	5 th	10 th	20 th	50 th	100 th
		77,00	104,00	121,00	139,00	161,00	177,00
1	12,32%	9,48	12,81	14,90	17,12	19,83	21,80
2	49,90%	38,42	51,89	60,37	69,35	80,33	88,32
3	24,22%	18,65	25,19	29,30	33,66	38,99	42,86
4	13,57%	10,45	14,11	16,42	18,86	21,85	24,02

Lokasi Banjir yang Diamati

Pada penelitian ini mengamati debit banjir kala ulang 100 tahun (Q100) pada titik-titik lokasi banjir yang digambarkan pada Gambar 1. Berikut penjabarannya:

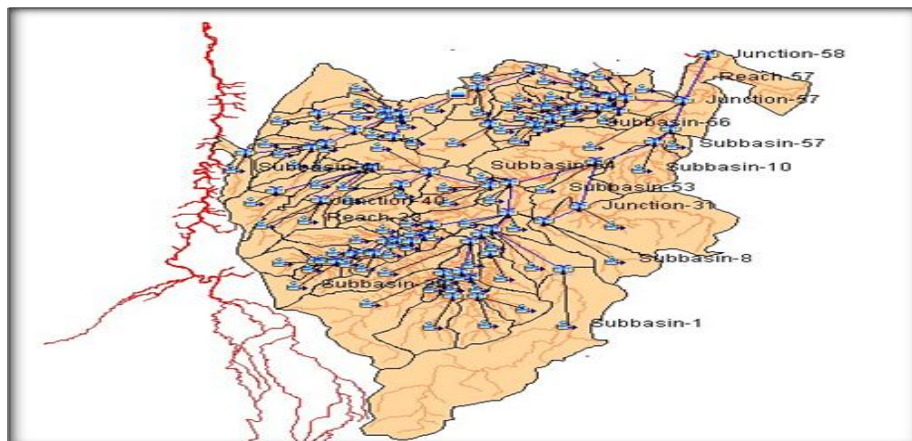
1. *Junction-34* adalah lokasi banjir 1 (Perumahan Dinar Indah).
2. *Junction-35* adalah lokasi banjir 2 (jalan raya depan Kubota).
3. *Junction-38* adalah lokasi banjir 3 (Taman Tirto Agung).
4. *Junction-39* adalah lokasi banjir 4 (Jl. Durian).
5. *Junction-41* adalah lokasi banjir 5 (Simpang UNPAND)

6. *Junction-42* adalah lokasi banjir 5 (Simpang UNPAND).

7. *Junction-58* adalah Bendung Pucang Gading yang merupakan lokasi paling hilir pada penelitian ini.

Pemodelan banjir DAS Pucang Gading di *software* HEC-HMS ditampilkan pada Gambar 6.

Pengaruh embung, kolam dan sudetan rencana terhadap masing-masing skema ditampilkan pada Tabel 6. Hasil analisis banjir 3 skema pada penelitian di tampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8 adalah reduksi debit banjirnya.

Gambar 6. Pemodelan banjir DAS Pucang Gading di *software* HEC-HMS.

Tabel 6. Pengaruh pemodelan embung, kolam dan sudetan rencana pada masing-masing skema.

No	Lokasi	Skema 1	Skema 2	Skema 3
1	Lokasi Banjir 1/Junction-34	Eksisting	Embung Kayen, Panggang, Panggang Timur, Mluweh, Kalongan	Embung Kayen, Panggang, Panggang Timur, Mluweh, Kalongan
2	Lokasi Banjir 2/Junction-35	Eksisting	-	Sudetan 1
3	Lokasi Banjir 3/Junction-38	Eksisting	Kolam Tirto Agung	Kolam Tirto Agung, Sudetan 1
4	Lokasi Banjir 4/Junction-39	Eksisting	Kolam KORPRI	Kolam KORPRI
5	Lokasi Banjir 5/Junction-41	Eksisting	Kolam Tirto Agung	Kolam Tirto Agung, Sudetan 1 & 2
6	Lokasi Banjir 5/Junction-42	Eksisting	Kolam Tirto Agung, Tirto Husodo, Graha Estetika, UNPAND dan KORPRI	Kolam Tirto Agung, Tirto Husodo, Graha Estetika, UNPAND, KORPRI dan 2 Sudetan
7	Bendung Pucang Gading/Junction-58	Eksisting	8 Embung dan 5 Kolam Rencana	8 Embung, 5 Kolam dan 2 Sudetan Rencana

Tabel 7. Hasil analisis 3 pemodelan di jam puncak banjir pada Q100.

No.	Lokasi	Debit banjir jam puncak (m ³ /detik)		
		Skema 1	Skema 2	Skema 3
1	Banjir 1/Junction-34	610,60	526,40	530,40
2	Banjir 2/Junction-35	12,00	12,00	2,40
3	Banjir 3/Junction-38	53,90	47,60	22,50
4	Banjir 4/Junction-39	6,40	3,30	3,30
5	Banjir 5/Junction-41	78,10	62,00	33,30
6	Banjir 5/Junction-42	112,40	89,90	67,20
7	Bendung Pucang Gading/Junction-58	546,00	484,40	487,00

Tabel 8. Jumlah debit banjir yang direduksi.

No.	Lokasi	Reduksi debit banjir jam puncak			
		Skema 2 (m ³ /detik)	Skema 2 (%)	Skema 3 (m ³ /detik)	Skema 3 (%)
1	Banjir 1/Junction-34	84,20	13,79	80,20	13,13
2	Banjir 2/Junction-35	0,00	0,00	9,60	80,00
3	Banjir 3/Junction-38	6,30	11,69	31,40	58,26
4	Banjir 4/Junction-39	3,10	48,44	3,10	48,44
5	Banjir 5/Junction-41	16,10	20,61	44,80	57,36
6	Banjir 5/Junction-42	22,50	20,02	45,20	40,21
7	Bendung Pucang Gading/Junction-58	61,60	11,28	59,00	10,81

Pemilihan Alternatif

Berdasarkan dari seluruh hasil analisis yang sudah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat dipilih alternatif pemodelan yang direkomendasikan yaitu yang paling maksimal dalam mereduksi debit banjir puncak di masing-masing lokasi, berikut pembahasannya:

1. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 1 (Perumahan Dinar Indah) adalah 5 Embung (Kayen, Panggang, Panggang Timur, Mluweh dan Kalongan) yang mereduksi 84,20 m³/detik (13,79%) dibanding kondisi eksisting.
2. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 2 (Jalan raya depan Kubota) adalah Sudetan 1 yang mereduksi 9,60 m³/detik (80,00%) dibanding kondisi eksisting.
3. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 3 (Taman Tirto Agung) adalah Sudetan 1 dan Kolam Tirto Agung yang mereduksi 31,40 m³/detik (58,26%) dibanding kondisi eksisting.
4. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 4 (Jl. Durian) adalah Kolam KORPRI yang mereduksi sebesar 3,10 m³/detik (48,44%) dibanding kondisi eksisting.
5. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 5/ Junction-41 (simpang UNPAND) adalah Sudetan 1, 2, Kolam Tirto Agung dan Tirto Husodoyang mereduksi 44,80 m³/detik (57,36%) dibanding kondisi eksisting.
6. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di lokasi banjir 5/ Junction-42 (simpang UNPAND) adalah 2 sudetan dan 4 Kolam (Tirto Agung, Tirto Husodo, Graha Estetika dan UNPAND) yang mereduksi 45,20 m³/detik (40,21%) dibanding kondisi eksisting.
7. Pemilihan alternatif yang direkomendasikan di Bendung Pucang Gading adalah 8 Embung dan 5 Kolam yang mereduksi 45,20 m³/detik (40,21%) dibanding kondisi eksisting.

PENUTUP

Berdasarkan pada analisis- analisis yang sudah dilakukan pada penelitian ini maka skema 2 direkomendasikan untuk lokasi banjir 1 (Perumahan Dinar Indah, reduksi sebesar

13,79%), lokasi banjir 4 (Jl. Durian, reduksi sebesar 48,44%) dan lokasi Bendung Pucang Gading (reduksi sebesar 40,21%). Sedangkan skema 3 direkomendasikan untuk lokasi banjir 2 (jalan raya depan Kubota, reduksi sebesar 80%), lokasi banjir 3 (Taman Tirto Agung, reduksi sebesar 58,26) dan lokasi banjir 5 (Simpang UNPAND reduksi sebesar 57,36% dan 45,20%). Rekomendasi tersebut adalah berdasar pada hasil reduksi paling maksimal.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah ﷻ Rosululloh Muhammad ﷺ Pusat Penelitian Fakultas Teknik UNDIP, para Dosen yang telah membimbing, teman-teman yang telah memberikan saran serta referensi dan banyak pihak yang telah membantu dalam penelitian yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawati, I. D., Rispiningtati. Juwono, P.T. (2015). Fektifitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Wonogiri Ditinjau dari Nilai Ekonomi. *Jurnal Teknik Pengairan*. 6 (1), (55-65).
- Laporan Akhir. (2019). *Kajian Pengelolaan SDA Wilayah Timur*. CV. Mitra Muda Rekayasa.
- Limantara, L.M.(2015). *Rekayasa Hidrologi*. Yogyakarta: Andi.
- Rachman, R.A., Suhardjono, Juwono, P.T., (2014). Studi Pengendalian Banjir di Kecamatan Kepanjen dengan Sumur Resapan. *Jurnal Teknik Pengairan*. 5 (1), 79-90.
- Susilowati, Pratama, L.A., Kurniani, D., Darsono, S. (2014). Perancangan Check Dam Pramuka untuk Mengatasi Sedimentasi di Banjir Kanal Barat Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 3 (1), 194-202.
- Triatmodjo, B, (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta. Andi.
- Yudi, R.K., Nugroho, A. M., Darsono, S., Wulandari, D.A. (2017). Perencanaan Sistem Polder Wilayah Semarang Timur. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 6 (2), 265-275.