

Analisa Kebutuhan Pipa Resapan Horizontal dalam Mengimplementasikan Zero ΔQ Policy

Ratna Chuswatun Kholifah, Rindang Aldhyantie, Edy Susilo*, Diah Setyati Budiningrum

Prodi Teknik Sipil, Universitas Semarang, Indonesia

Jurnal Riptek

Volume 16 No. 1 (1-6)

Tersedia online di:

<http://ripteck.semarangkota.go.id>

Info Artikel:

Diterima: 27 Januari 2022

Direvisi: 26 Maret 2022

Disetujui: 25 Mei 2022

Tersedia online: 24 Juni 2022

Kata Kunci:

pipa resapan horizontal, perubahan tataguna lahan, banjir

Korespondensi penulis:

*Email: edysusilo@usm.ac.id

Abstract.

Kota Semarang merupakan salah satu kota terpadat yang berada di pulau Jawa dan kota metropolitan kelima di Indonesia. Setiap tahun pertumbuhan penduduk kota Semarang semakin bertambah mengakibatkan pembangunan kota menjadi semakin pesat. Hal tersebut mengakibatkan perubahan tataguna lahan yang memberikan dampak langsung terhadap peningkatan aliran permukaan dan menurunnya peresapan air yang berakibat banjir. Di daerah aliran Sungai Gedawang kawasan Perumahan Puri Gedawang Indah Banyumanik Semarang dengan luas DAS 4,63 km², telah terjadi perubahan tataguna lahan dari tahun 2007 sampai tahun 2020, dengan berubahnya kondisi penutup permukaan muka tanah menyebabkan air hujan sulit untuk meresap aliran permukaan semakin meningkat. Tujuan penelitian ini adalah melakukan analisa perubahan koefisien pengaliran dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2020 dan mereduksi debit akibat perubahan tataguna lahan dengan pipa resapan horizontal. Data dan hasil penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut : menggunakan data hujan stasiun Gunung Pati Semarang, distribusi hujan menggunakan metode Log Person Type III, perhitungan debit banjir menggunakan metode Gama I, Nakayasu, ITB-1, dan ITB-2, dimensi pipa resapan horizontal sebesar 16,5 cm, panjang pipa sebesar 400 cm, porositas dinding pipa sebesar 0,032; debit banjir tahun 2007 sebesar 32,78 m³/detik; perubahan koefisien pengaliran akibat perubahan tataguna lahan tahun 2007 sampai dengan tahun 2020 sebesar 0,08; debit banjir tahun 2020 sebelum dipasang pipa resapan horizontal sebesar 40,73 m³/detik, dan debit banjir tahun 2020 setelah dipasang pipa resapan horizontal sebesar 32,98 m³/detik; serta membutuhkan pipa resapan sebanyak 1001 unit untuk mencapai kondisi zero ΔQ dengan debit yang direduksikan sebesar 7,75 m³/dt

Cara mengutip:

Kholifah, R. C., Aldhyantie, R., Susilo, E., & Budiningrum, D. S. (2022). Analisa Kebutuhan Pipa Resapan Horizontal dalam Mengimplementasikan Zero ΔQ Policy. *Jurnal Riptek*, 16(1), 1-6.

Pendahuluan

Kota Semarang merupakan salah satu kota terpadat yang berada di Pulau Jawa. Bahkan Kota Semarang dijuluki sebagai kota metropolitan kelima di Indonesia. Setiap tahun pertumbuhan penduduk kota Semarang semakin bertambah mengakibatkan pembangunan kota menjadi semakin pesat. Hal tersebut mengakibatkan perubahan tataguna lahan yang memberikan dampak langsung terhadap peningkatan aliran permukaan dan menurunnya peresapan air ke dalam tanah, yang berakibat banjir dan kurangnya air tanah.

Dengan kondisi lahan penyerapan semakin sedikit, air hujan langsung mengalir ke saluran pembuangan dan eksploitasi air tanah semakin meningkat, maka diperlukan upaya pengembalian air tanah. Upaya yang dilakukan untuk mengendalikan kondisi ini antara lain dengan pembuatan biopori dan juga pengelolaan sampah organik melalui metode

komposter. Studi yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa jika lubang biopori diisi dengan sampah organik, maka permukaan resapan tidak akan tersumbat karena sampah organik akan membusuk dan meresap air (Widyastuti, 2013). Bahkan, metode pengisian lubang biopori dengan menggunakan sampah dapur (*household waste*) akan lebih cepat terurai dibanding pengisian dengan daun-daun kering saja.

Selain upaya pengembalian air ke dalam tanah dengan cara biopori bisa juga menggunakan metode sumur resapan dan pipa resapan horizontal. Sumur resapan (Sunjoto, 2011) merupakan sarana untuk menampung air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah. Air hujan yang jatuh ke atas atap rumah tidak dialirkan ke selokan atau halaman rumah, tetapi dialirkan dengan menggunakan saluran air ke dalam sumur sehingga dapat mengurangi jumlah limpasan yang terjadi (Lussiany et al. 2019). Sedangkan pipa

resapan horisontal (PRH) adalah instrument yang berfungsi untuk meresapkan air permukaan ke dalam tanah dan dipasang secara horisontal. Peresapan air ke dalam tanah sebanding dengan tinggi tekanan hidrolis, permeabilitas tanah, dan faktor bentuk. Pipa resapan horisontal memiliki dimensi yang tidak dibatasi oleh kedalaman air tanah, sehingga faktor bentuk menjadi besar dan akan meningkatkan kapasitas resapan (Edy et al., 2020). Dengan mengacu pada Undang-undang nomor 26 tahun 2007 tentang penataan ruang, di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 26 tahun 2008 tentang rencana tata ruang wilayah nasional (PP, 2008) yang di perbaharui oleh PP nomor 13 tahun 2017 tentang perubahan atas peraturan pemerintah nomor 26 tahun 2008 tentang rencana tata ruang wilayah nasional pasal 99 ayat 3 disebutkan bahwa peraturan zonasi untuk kawasan resapan air disusun dengan memperhatikan pemanfaatan ruang secara terbatas untuk kegiatan budi daya tidak terbangun yang memiliki kemampuan tinggi dalam menahan limpasan air hujan; penyediaan sumur resapan dan/atau waduk pada lahan terbangun yang sudah ada; dan penerapan sistem zero ΔQ policy terhadap setiap kegiatan budi daya terbangun yang diajukan izinnya. Zero ΔQ policy adalah keharusan agar tiap bangunan terbangun tidak mengakibatkan bertambahnya debit air limpasan ke sistem saluran drainase atau sistem aliran sungai (PP, 2017). Penerapan prinsip zero ΔQ policy harus terukur secara kuantitatif. PP tersebut dijabarkan lebih detail dalam Peraturan Daerah Provinsi / Kota / Kabupaten dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah (RT RW) daerah, seperti RT RW Provinsi Jawa Tengah dan Kota Semarang dengan mengacu pada Peraturan Daerah Kota Semarang nomor 14 tahun 2011 tentang rencana tata ruang wilayah pasal 118 ayat 2 disebutkan bahwa peraturan zonasi pada kawasan resapan air diizinkan dilakukan penyediaan sumur resapan atau waduk pada lahan terbangun yang sudah ada dan dilarang untuk seluruh jenis kegiatan yang mengganggu fungsi resapan air. (Perda, 2011). Perda ini telah dijabarkan lebih rinci di dalam Peraturan Daerah Kota Semarang nomor 7 tahun 2014 pasal 57 ayat (1) dan (2) yang menyatakan keharusan orang yang melakukan alih fungsi lahan melaksanakan ketentuan zero ΔQ yang dapat dilakukan dengan membangun antara lain sumur resapan dan biopori (Perda, 2014).

Di daerah Kecamatan Banyumanik Kota Semarang, telah terjadi perubahan tataguna lahan dari tahun 2007 - 2020, dengan merubah muka tanah dari lahan pertanian atau kebun menjadi kawasan perumahan. Dengan adanya perumahan tersebut, secara langsung telah merubah permukaan tanah dari lahan terbuka menjadi lahan tertutup sebagian oleh bangunan. Perubahan permukaan tanah yang terjadi

menimbulkan permasalahan lingkungan, khususnya dibidang air. Kondisi muka tanah yang berubah menjadi perumahan, menyebabkan air hujan sulit untuk meresap dan menjadi aliran permukaan. Jika saluran drainase kurang memadai, air hujan yang turun akan meluap dan dapat menimbulkan banjir di perumahan.

Berdasarkan masalah diatas peneliti akan melakukan analisa kebutuhan pipa resapan resapan horisontal (PRH) untuk mengatasi debit banjir banjir tahun 2020 akibat perubahan tataguna lahan sehingga debit puncak dapat kembali sebagaimana banjir tahun 2007

Metoda Analisa

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif analisis. Data tinggi hujan harian maksimum stasiun terdekat selama 10 tahun terakhir diperoleh dari dinas PU SDA TARU. Hasil analisa hujan berupa hujan rencana periode 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, dan 200 tahun. Perubahan tataguna lahan dianalisis dengan menggunakan peta google earth tahun 2007 dan tahun 2020. Identifikasi tataguna lahan pada ke dua tahun tersebut menghasilkan koefisien pengaliran dan besar perubahannya. Peningkatan debit akibat perubahan tataguna lahan akan direduksi oleh pipa resapan horisontal dengan daya resap besar sebagaimana yang dikemukakan oleh Edy et al. (2020). Perhitungan dan analisis banjir rencana menggunakan periode ulang 50 tahun dengan metoda hidrograf Gama-I, ITB-I, ITB-2, dan Nakayasu, serta metoda Rasional. Kebutuhan jumlah PRH untuk mencapai zero delta Q akibat perubahan tataguna lahan dilakukan dengan cara mengurangi tinggi hujan dengan debit resapan PRH yang dikonversikan menjadi tinggi hujan. Simulasi ini dapat dilihat dari grafik hidrograf metoda tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Tataguna Lahan

Koefisien pengaliran lahan tahun 2007 dan tahun 2020 diidentifikasi dengan menggunakan kualifikasi dan kriteria yang disusun oleh Mc. Guen (1989). Hasil identifikasi koefisien pengaliran tahun 2007 sebesar 0,58 dan koefisien pengaliran tahun 2020 sebesar 0,64 sehingga terjadi perubahan koefisien pengaliran akibat perubahan tataguna lahan selama 23 tahun sebesar 0,08.

Analisa Hujan Rencana

Data hujan yang diperoleh dari stasiun klimatologi Gunung Pati Semarang dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi menggunakan metode CHI SQUARE dan metode Smirnov-Kolmogorov. Adapun hasil uji kesesuaian distribusi frekuensi disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Metode Chi Square

No	Rmaks	Peluang (%)	Tr	Yt	Rt	D R	D
1	85	9	1.10	-0.87	86.61	-1.61	0.03
2	99	18	1.22	-0.53	98.29	0.71	0.01
3	106	27	1.38	-0.26	107.59	-1.59	0.02
4	110	36	1.57	-0.01	116.15	-6.15	0.34
5	130	45	1.83	0.24	124.68	5.32	0.22
6	146	55	2.20	0.50	133.68	12.32	1.04
7	148	64	2.75	0.79	143.73	4.27	0.12
8	152	73	3.67	1.14	155.71	-3.71	0.09
9	165	82	5.50	1.61	171.52	-6.52	0.26
10	200	91	11.00	2.35	197.00	3.00	0.04
						$\Sigma D =$	2.18

Sumber : hasil analisa

Dkr dengan jumlah data n=10 sebesar 18.31 lebih besar dari $\Sigma D=2.18$ maka distribusi hujan dapat diterima dengan metoda Chi Square.

Tabel 2. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi Metode Smirnov-Kolmogorov

Rmaks	m	P	P(x<)	$f(t)=\frac{f(x)-f(x_{ret})}{s}$	P'(x)	P(x<)	D
200	1	0.03	0.98	1.89	0.03	0.97	0.00
165	2	0.05	0.95	0.88	0.18	0.82	-0.13
152	3	0.08	0.93	0.51	0.29	0.71	-0.21
148	4	0.10	0.90	0.40	0.33	0.67	-0.23
146	5	0.13	0.88	0.34	0.35	0.65	-0.22
130	6	0.15	0.85	-0.12	0.53	0.47	-0.38
110	7	0.18	0.83	-0.69	0.66	0.34	-0.49
106	8	0.20	0.80	-0.80	0.62	0.38	-0.42
99	9	0.23	0.78	-1.00	0.58	0.42	-0.36
85	10	0.25	0.75	-1.41	0.44	0.56	-0.19
						$D_{max} =$	0.00

Sumber : hasil analisa

Dengan jumlah data n=10 untuk distribusi metode Smirnov-Kolmogorov sebesar 0.41 lebih besar dari $D_{max}=2.18$ maka distribusi hujan dapat diterima.

Setelah dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi dengan hasil dapat diterima lalu dilakukan analisa distribusi frekuensi menggunakan metode Gumbel dan metode Log Person Type III. Analisa tersebut mengacu kepada parameter statistik Ck (Koefisien Kurtosis) dan Cs (Koefisien Skewness) dengan nilai yang dapat dilihat pada Tabel 3. Menurut Harto (1993) pemilihan distribusi hujan dapat dilihat dari nilai Cs dan Ck.

Tabel 3. Analisa Distribusi Frekuensi

Parameter Statistik	Gumbel	Normal	Person Type III
Cs = 0,42	tidak	tidak	ya
Ck = -0,20	tidak	tidak	ya

Sumber : hasil analisa

Berdasarkan hasil analisa distribusi frekuensi dilihat dari nilai Cs dan Ck (Sri, 1993) metode yang dipakai untuk analisis frekuensi adalah metode Person Type III karena nilai Ck dan Cs tidak memenuhi untuk distribusi Normal dan Gumbel.

Adapun hasil analisis hujan rencana dengan metode Gumbel dan Person Type III disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisa Distribusi Frekuensi

Periode Ulang T (thn)	Tinggi Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun (mm)	
	Gumbel	Pearson Type III
2	129.09	130.53
5	167.89	162.75
10	193.57	182.44
25	226.72	205.31
50	250.45	221.36
100	274.17	236.68
200	297.90	251.73

Sumber : hasil analisa

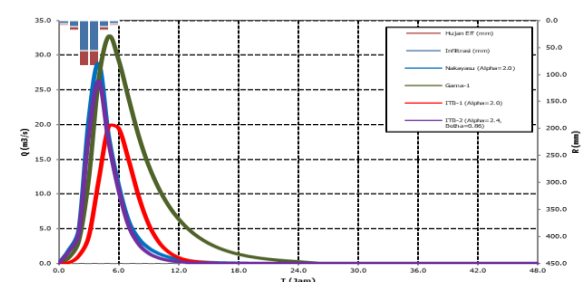
Analisa Debit Banjir

Analisa debit banjir hidrograf dilakukan untuk tahun 2007, tahun 2020 sebelum dipasang PRH, dan tahun 2020 setelah dipasang PRH. Analisa debit banjir hidrograf menggunakan 4 metode yaitu : metode Gama I, Nakayasu, ITB-1, dan ITB-2. Hasil analisa debit banjir hidrograf tahun 2007 disajikan dalam Tabel 5 dan grafik pada Gambar 2,

Tabel 5. Debit Banjir Hidrograf 2007

Jam	Nakayasu	Gama-I	ITB-1	ITB-2
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	1,927	0,799	0,121	1,685
2,00	4,835	3,198	1,095	4,325
3,00	20,747	12,169	3,851	18,385
4,00	28,842	26,593	11,975	26,252
5,00	18,378	32,782	19,723	17,470
6,00	11,310	29,347	19,491	10,570
7,00	6,168	23,817	14,925	5,442
8,00	3,603	18,438	9,708	2,788
9,00	2,235	14,159	5,692	1,459
10,00	1,415	10,873	3,136	0,776
11,00	0,902	8,350	1,663	0,416
12,00	0,575	6,412	0,859	0,220

Sumber : hasil analisa

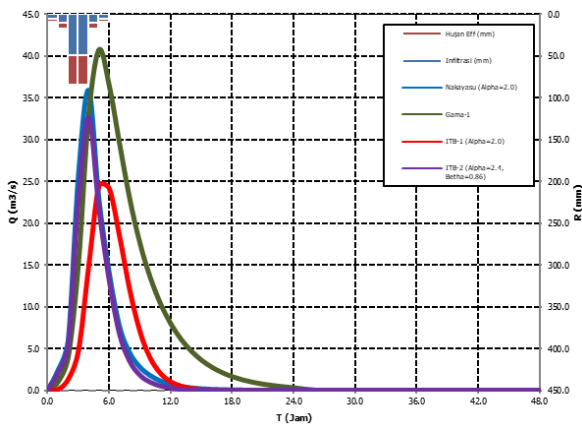


Gambar 2. Debit Banjir Hidrograf 2007

Analisa debit banjir hidrograf tahun 2020 sebelum dipasang PRH disajikan dalam Tabel 6 dan grafik pada Gambar 3.

Tabel 6. Debit Banjir Hidrograf 2020 Sebelum Dipasang Pipa Resapan Horizontal

Jam	Nakayasu	Gama-I	ITB-I	ITB-2
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	2,394	0,993	0,151	2,093
2,00	6,008	3,973	1,360	5,374
3,00	25,777	15,118	4,784	22,842
4,00	35,834	33,039	14,878	32,617
5,00	22,833	40,729	24,504	21,705
6,00	14,052	36,462	24,216	13,132
7,00	7,663	29,591	18,543	6,761
8,00	4,477	22,908	12,062	3,464
9,00	2,777	17,592	7,072	1,813
10,00	1,758	13,509	3,897	0,965
11,00	1,121	10,374	2,066	0,516
12,00	0,714	7,967	1,068	0,274



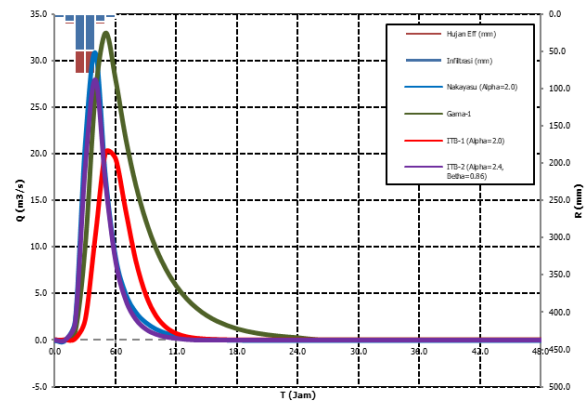
Gambar 3. Debit Banjir Hidrograf 2020 Sebelum Dipasang PRH

Analisa debit banjir hidrograf pada tahun 2020 setelah dipasang pipa resapan horizontal disajikan dalam Tabel 7 dan grafik pada Gambar 4

Tabel 7. Debit Banjir Hidrograf 2020 Setelah Dipasang Pipa Resapan Horizontal

Jam	Nakayasu	Gama-I	ITB-I	ITB-2
0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000
2,00	2,099	0,871	0,132	1,835
3,00	21,126	10,062	2,191	18,577
4,00	30,785	26,459	11,212	27,988
5,00	17,549	32,978	20,151	16,889
6,00	8,916	27,935	19,484	8,476
7,00	4,977	21,614	13,876	4,293
8,00	3,023	16,598	8,492	2,226
9,00	1,916	12,746	4,792	1,175
10,00	1,222	9,788	2,578	0,629
11,00	0,779	7,517	1,346	0,341
12,00	0,497	5,772	0,688	0,184

Sumber : Hasil analisa



Gambar 4. Debit Banjir Hidrograf 2020 Setelah Dipasang Pipa Resapan Horizontal

Reduksi Banjir

Dari hasil analisa debit banjir maka dilakukan simulasi reduksi debit sebesar banjir tahun 2007 untuk mencapai zero delta Q dengan menentukan kebutuhan pipa resapan horizontal (N) dari data sebagai berikut :

- Diameter pipa = D cm (simulasi)
- Panjang pipa = 400 cm (ditentukan)
- Permeabilitas tanah = 0,000035 cm/dt (data)
- Porositas pipa = 0,032 (ditentukan)
- Tinggi tekanan air = 100 cm (ditentukan)
- Jumlah pipa = N batang (simulasi)

Simulasi kebutuhan PRH dilakukan dengan diameter pipa 3", 4", 6", 8", 10", dan 12", diperoleh kebutuhan jumlah unit PRH untuk masing-masing diameter. Hasil simulasi kebutuhan PRH dan perhitungan anggaran biaya sederhana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Analisa Harga PRH

Diameter Pipa (inchi)	Jumlah Kebutuhan PRH	Harga Satuan (Rp.)	Harga Total (Rp.)
3	3541	318,025	1,126,126,525
4	2195	449,870	987,464,650
6	1001	859,247	860,106,247
8	597	470,007	877,594,179
10	396	476,623	980,742,708
12	274	379,617	926,015,058

Sumber : Hasil analisa

Hasil simulasi pipa pada Tabel 8 dapat dilihat harga PRH yang paling murah adalah PRH dengan diameter 6" sehingga untuk selanjutnya perhitungan menggunakan pipa diameter 6" atau 16,5 cm dengan jumlah pipa 1001 batang. Adapun hasil analisa reduksi banjir hidrograf dengan metode Gama I disajikan pada Tabel 9

Tabel 9. Analisa Reduksi Banjir Hidrograf Gama I

Waktu (jam)	Hidrograf Gama-I					
	Debit 2007	Debit 2020	Peningkatan Debit	Setelah PRH	Reduksi Debit	Delta Q
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,80	0,99	0,19	0,00	0,99	-0,80
2	3,20	3,97	0,78	0,87	3,10	-2,33
3	12,17	15,12	2,95	10,06	5,06	-2,11
4	26,59	33,04	6,45	26,46	6,58	-0,13
5	32,78	40,73	7,95	32,98	7,75	0,20
6	29,35	36,46	7,11	27,94	8,53	-1,41
7	23,82	29,59	5,77	21,61	7,98	-2,20
8	18,44	22,91	4,47	16,60	6,31	-1,84
9	14,16	17,59	3,43	12,75	4,85	-1,41
10	10,87	13,51	2,64	9,79	3,72	-1,09
11	8,35	10,37	2,02	7,52	2,86	-0,83
12	6,41	7,97	1,55	5,77	2,19	-0,64
	Reduksi maksimum				8,53	

Hasil analisa reduksi banjir hidrograf ITB-I disajikan pada Tabel 10,

Tabel 10. Analisa Reduksi Banjir Hidrograf ITB-I

Waktu (jam)	Hidrograf ITB-I					
	Debit 2007	Debit 2020	Peningkatan Debit	Setelah PRH	Reduksi Debit	Delta Q
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	0,12	0,15	0,03	0,00	0,15	-0,12
2	1,09	1,36	0,27	0,13	1,23	-0,96
3	3,85	4,78	0,93	2,19	2,59	-1,66
4	11,98	14,88	2,90	11,21	3,67	-0,76
5	19,72	24,50	4,78	20,15	4,35	0,43
6	19,49	24,22	4,72	19,48	4,73	-0,01
7	14,92	18,54	3,62	13,88	4,67	-1,05
8	9,71	12,06	2,35	8,49	3,57	-1,22
9	5,69	7,07	1,38	4,79	2,28	-0,90
10	3,14	3,90	0,76	2,58	1,32	-0,56
11	1,66	2,07	0,40	1,35	0,72	-0,32
12	0,86	1,07	0,21	0,69	0,38	-0,17
	Reduksi maksimum				4,73	

Hasil analisa reduksi banjir hidrograf ITB-2 disajikan pada Tabel 11,

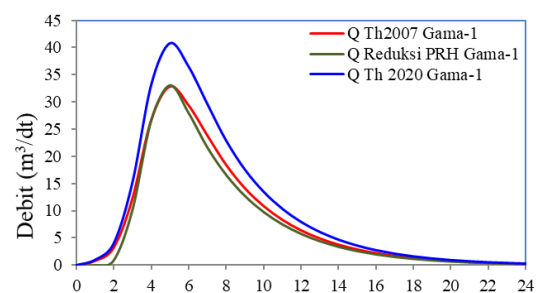
Tabel 11. Analisa Reduksi Banjir Hidrograf ITB-2

Waktu (jam)	Hidrograf ITB-2					
	Debit 2007	Debit 2020	Peningkatan Debit	Setelah PRH	Reduksi Debit	Delta Q
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,68	2,09	0,41	0,00	2,09	-1,68
2	4,33	5,37	1,05	1,83	3,54	-2,49
3	18,38	22,84	4,46	18,58	4,27	0,19
4	26,25	32,62	6,36	27,99	4,63	1,74
5	17,47	21,70	4,24	16,89	4,82	-0,58
6	10,57	13,13	2,56	8,48	4,66	-2,09
7	5,44	6,76	1,32	4,29	2,47	-1,15
8	2,79	3,46	0,68	2,23	1,24	-0,56
9	1,46	1,81	0,35	1,18	0,64	-0,28
10	0,78	0,96	0,19	0,63	0,34	-0,15
11	0,42	0,52	0,10	0,34	0,18	-0,07
	Reduksi maksimum				4,82	

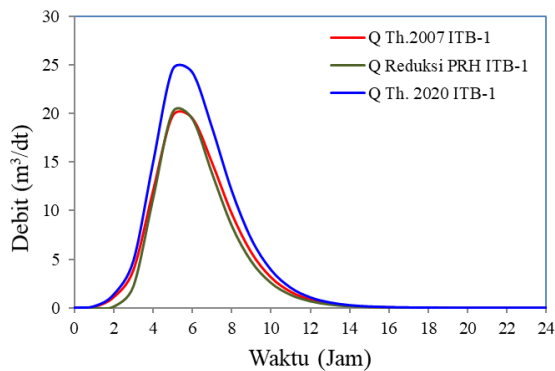
Hasil analisa reduksi banjir hidrograf Nakayasu disajikan pada Tabel 12,

Tabel 12. Analisa Reduksi Banjir Hidrograf ITB-I

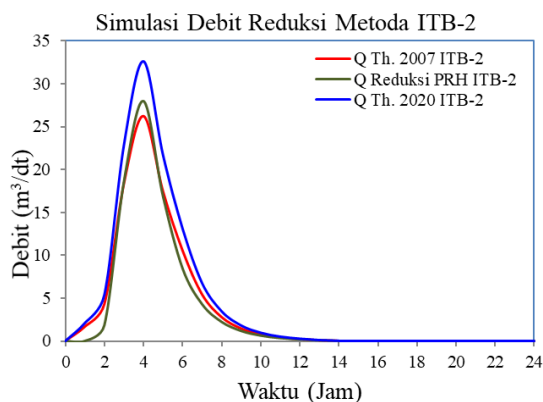
Waktu (jam)	Hidrograf Nakayasu					
	Debit 2007	Debit 2020	Peningkatan Debit	Setelah PRH	Reduksi Debit	Delta Q
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	1,93	2,39	0,47	0,00	2,39	-1,93
2	4,84	6,01	1,17	2,10	3,91	-2,74
3	20,75	25,78	5,03	21,13	4,65	0,38
4	28,84	35,83	6,99	30,78	5,05	1,94
5	18,38	22,83	4,46	17,55	5,28	-0,83
6	11,31	14,05	2,74	8,92	5,14	-2,39
7	6,17	7,66	1,50	4,98	2,69	-1,19
8	3,60	4,48	0,87	3,02	1,45	-0,58
9	2,23	2,78	0,54	1,92	0,86	-0,32
10	1,41	1,76	0,34	1,22	0,54	-0,19
11	0,90	1,12	0,22	0,78	0,34	-0,12
12	0,58	0,71	0,14	0,50	0,22	-0,08
	Reduksi maksimum				5,28	



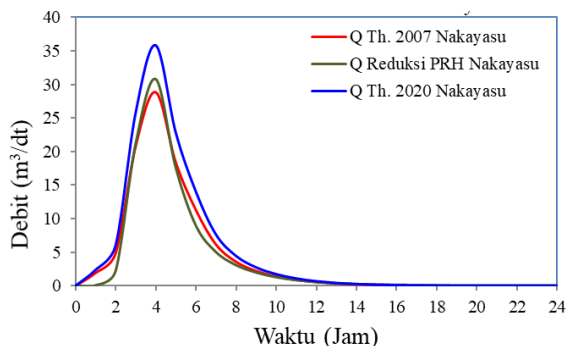
Gambar 5. Debit Reduksi Metode Gama-I



Gambar 6. Debit Reduksi Metoda ITB-1



Gambar 7. Debit Reduksi Metoda ITB-2



Gambar 8. Debit Reduksi Metoda Nakayasu

Kesimpulan

Analisa reduksi banjir yang digunakan adalah reduksi banjir hidrograf dengan metode Gama I sebesar $7,75 \text{ m}^3/\text{detik}$. Dengan metoda hidrograf pipa resapan yang dibutuhkan sebanyak 1001 unit unit untuk mencapai kondisi zero ΔQ .

Ucapan Terimakasih

Makalah ini merupakan bagian *roadmap* “Pengelolaan Sumberdaya Air Berkelanjutan” penulis ke 3 yang merupakan pembimbing Tugas Akhir Penulis 1 dan Penulis 2 mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih pada pihak-pihak di jajaran Program Studi Teknik Sipil dan Laboratorium Mekanika Tanah, yang telah mendukung dan membantu terlaksananya kajian ini sampai selesai.

Daftar Pustaka

- Edy, S., & Suripin, S. (2020). Perforated Horizontal Recharge Pipe Modeling with Non-Linear Regression. *International Journal of Engineering Research and Technology* 3(7), 974-354.
- Bahunta, L., & Wasposito, R. S. B. (2019). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), 37-48.
- Peraturan Daerah. (2011). *Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah. Perda Kota Semarang No. 14 Tahun 2011*
- Peraturan Daerah. (2014). *Tentang Rencana Induk Sistem Drainase Kota Semarang. Perda Kota Semarang No. 7 Tahun 2014 Pasal 57 ayat (1) dan (2)*
- Peraturan Pemerintah, (2017). *Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Indonesia*, Nomor 13
- Peraturan Pemerintah. (2008). *Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional*, Nomor 26
- Sri, H. (1993). *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sunjoto. (2011). *Teknik Drainase Pro-Air*, Universitas Gadjahmada.
- Undang-undang, 2007, *Tentang Penataan Ruang*, Nomor 26.
- Widyastuti, S. (2013). Perbandingan jenis sampah terhadap lama waktu pengomposan dalam lubang resapan biopori. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 11(1), 5-14.