Upaya Pengendalian Genangan Berbasis Konservasi di Kecamatan Blimbing Kota Malang

Fahma Furqani^{1*}, Ussy Andawayanti¹, M. Janu Ismoyo¹

¹Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya
Jl. MT. Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia

*Korespondensi Email: furqani.fahma@yahoo.co.id

Abstract: A puddle is a condition where the water stops flowing in a certain area that is not a water body. In theory, a boezem building in Blimbing Village can help control the inundation and soak it into the ground. However, until now, there are still cases of inundation in Blimbing District. Therefore, this study aims to determine the existing conditions of drainage and boezem, and plan alternative buildings that can help the performance of boezem as a conservation-based inundation controller. From the analysis, the existing drainage and boezem cannot fully accommodate the design discharge. The inability of the existing boezem to accommodate all the total design flows leaves an inundation of 2,076 m³/s with a 2-year return period and 2,551 m³/s with a 5-year return period. Two conservation-based alternatives are offered to control the inundation. Based on technical and economic analysis, a 595-unit infiltration well was chosen in the boezem catchment area with total flood reduction of 22% and Rp's total fund. 3,276,869,973.16.

Keywords: Bozem, Conservation, Infiltration Well, Puddle, Rainwater Collection

Abstrak: Genangan merupakan kondisi dimana air berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air. Adanya bangunan *boezem* di Kelurahan Blimbing secara teori dapat membantu mengendalikan genangan dan meresapkannya ke dalam tanah, namun sampai saat ini masih terjadi kasus-kasus genangan di Kecamatan Blimbing. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting drainase dan *boezem* serta merencanakan alternatif bangunan yang dapat membantu kinerja *boezem* sebagai pengendali genangan berbasis konservasi. Dari hasil analisa, drainase dan *boezem* eksisting tidak dapat sepenuhnya menampung debit rancangan. Ketidakmampuan *boezem* eksisting dalam menampung seluruh debit rancangan total menyisakan genangan sebesar 2.076 m³/dt dengan kala ulang 2 tahun dan 2.551 m³/dt dengan kala ulang 5 tahun. Untuk mengendalikan genangan tersebut ditawarkan dua alternatif berbasis konservasi. Berdasarkan analisa teknis dan ekonomis dipilihlah pembangunan 595-unit sumur resapan pada *catchment area boezem* yang dapat mereduksi 22% debit genangan dengan total dana sebesar Rp. 3,276,869,973.16.

Kata kunci: Boezem, Genangan, Konsevasi, Penampung Air Hujan, Sumur Resapan

1. Pendahuluan

Genangan merupakan kondisi dimana air berhenti mengalir pada suatu area tertentu yang bukan merupakan badan air [1]. Tercatat genangan sering terjadi di Kecamatan Blimbing dan sekitarnya dengan ketinggian rata-rata 0.5 m. Hal ini terjadi ketika hujan yang turun dengan debit yang besar dan saluran drainase yang tidak mampu menampung semua beban air hujan. Konsep drainase konvensional selama ini adalah melewati limpasan air hujan secepatnya melalui saluran-saluran yang ada ke sungai [2]. Hal ini dapat menyebabkan melimpasnya air di bagian hilir. Oleh karena itu, akhir-akhir ini sudah banyak dikembangkan konsep yang ramah lingkungan, seperti konservasi. Konservasi merupakan upaya untuk memanfaatkan sebanyak-banyaknya limpasan air hujan sebelum dibuang ke saluran. Konservasi bisa dalam bentuk pemakaian air hujan maupun peresapan air hujan sebagai cadangan air tanah [3].

Warga sekitar Kecamatan Blimbing, perangkat kelurahan, serta Dinas PUPR Kota Malang bekerjasama dalam mengendalikan genangan air yang tergenang di Kecamatan Blimbing dengan membangun sebuah *boezem*. *Boezem* ini dibangun di utara Pasar Blimbing dengan bentuk cekungan yang diberi perkuatan beton. Menurut warga sekitar, fungsi utama dari *boezem* ini adalah untuk meresapkan air ke dalam tanah sebagai cadangan air tanah. Selain itu, warga sekitar juga berpendapat *boezem* ini telah membantu mengurangi genangan air. Adanya bangunan *boezem* di Kelurahan Blimbing secara teori dapat membantu mengendalikan genangan dan meresapkannya ke dalam tanah, namun sampai saat ini masih terjadi kasus-kasus genangan di Kecamatan Blimbing. Hal ini menandakan belum efektifnya fungsi *boezem* dalam menampung dan menyerap debit banjir yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting drainase dan *boezem* serta merencanakan berbagai alternatif bangunan yang dapat membantu kinerja *boezem* sebagai pengendali genangan berbasis konservasi.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Dalam studi ini dibutuhkan data guna menunjang analisa. Data-data yang digunakan dalam studi ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dengan survey lapangan. Data primer dibutuhkan data saluran drainase eksisting beserta dimensinya, data ini dibutuhkan untuk menentukan *catchment area boezem* dan volume saluran drainase eksisting. Kemudian dibutuhkan pula data dimensi *boezem* eksisting untuk menentukan volume *boezem* eksisting.

Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa sumber yang bisa dipertanggungjawabkan kebenarannya. Dibutuhkan data curah hujan dari beberapa stasiun hujan di sekitar *catchment area boezem* selama 11 tahun, diantaranya data curah hujan St. Blimbing yang bersumber dari UPT PSDA di Kediri Korwil Malang, data curah hujan St. Klimatologi Karangploso yang bersumber dari data online pusat database BMKG, dan data curah hujan St. Laboratorium Hidrologi Universitas Brawijaya yang bersumber dari Laboratorium Hidrologi Universitas Brawijaya. Data curah hujan ini diperlukan untuk menentukan debit rancangan daerah studi dengan kala ulang 2 dan 5 tahun. Data kependudukan Kota Malang tahun 2018 yang bersumber dari Kota Malang dalam Angka 2019 Untuk menentukan proyeksi penduduk dan debit air kotor pada *catchment area boezem*. Peta administrasi Kota Malang untuk menentukan *catchment area boezem*. Peta jenis tanah Kota Malang yang bersumber dari Kementerian Pekerjaan Umum, 2019 Untuk menentukan harga koefisien

permeabilitas. Dan terakhir Data HSPK Kota Malang 2019 yang bersumber dari Keputusan Walikota Malang Untuk menentukan RAB.

2.2 Metode

Dengan cara studi lapangan ditentukanlah lokasi studi penelitian yang merupakan *catchment area boezem*. Catchment area *boezem* mencakup 3 kelurahan yaitu Kelurahan Blimbing, Tunjungsekar dan Mojolangu dengan luas yaitu 10.062 ha. Peta *catchment area boezem* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1: Peta Catchment Area Boezem

Setelah lokasi studi sudah ditentukan, dilakukanlah beberapa analisa yaitu analisa hidrologi, analisa debit rancangan, analisa kapasitas tampungan, penentuan alternatif pengendalian genangan dan analisa keefektifan alternatif.

2.3 Persamaan

2.3.1. Analisa Hidrologi

Curah hujan rerata daerah metode Poligon Thiessen menurut dapat dihitung dengan persamaan berikut [4].

$$\bar{d} = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \text{Pers. 1}$$

Untuk mendapatkan distribusi frekuensi yang sesuai dengan data yang tersedia untuk perhitungan curah hujan rancangan, digunakan analisa frekuensi. Dipilihlah Distribusi Log Pearson III dikarenakan harga Ck dan Cs bebas [5]. Menghitung nilai ekstrim, dengan rumus:

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } \bar{X}} + G * S \quad \text{Pers. 2}$$

2.3.2. Analisa Debit Rancangan

Debit rancangan adalah besaran debit maksimum pada kala ulang tertentu, yang terjadi di suatu titik tinjau tertentu. Bentuk perumusan dari debit rancangan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = Q_{ah} + Q_{ak} \quad \text{Pers. 3}$$

Metode yang digunakan untuk menghitung debit air hujan pada penelitian ini adalah Metode Rasional. Bentuk umum persamaannya adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{Pers. 4}$$

dengan:

- Q_r = debit rancangan (m^3/dt)
- Q_{ah} = debit air hujan (m^3/dt)
- Q_{ak} = debit air kotor (m^3/dt)
- Q = debit limpasan (m^3/dt)
- C = koefisien limpasan
- I = intensitas hujan selama waktu tiba banjir (mm/jam)
- A = luas daerah (km^2)

Perhitungan debit air kotor dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{ak} = \frac{P_n \cdot q}{A} \quad \text{Pers. 5}$$

Sedangkan pertumbuhan penduduk dihitung menggunakan Metode Geometrik. Pengukuran penduduk dengan metode ini tepat karena dalam kenyataannya pertumbuhan penduduk juga berlangsung terus menerus. Perhitungan dapat dilakukan dengan rumus [6]:

$$r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_o} \right) \quad \text{Pers. 6}$$

$$P_n = P_o \cdot e^{r \cdot n} \quad \text{Pers. 7}$$

dimana:

- Q_{ak} = debit air kotor ($\text{liter}/\text{dt} \cdot \text{km}^2$)
- P_n = jumlah penduduk (orang)
- A = luas daerah (km^2)
- q = jumlah air buangan ($\text{liter}/\text{orang} \cdot \text{hari}$)
= 50 – 85% dari jumlah kebutuhan air tiap penduduk
- P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n (jiwa/tahun)
- P_o = jumlah penduduk pada awal tahun (jiwa/tahun)
- e = bilangan logaritma
- n = interval waktu (tahun)
- r = angka pertumbuhan penduduk (%)

2.3.3. Analisa Kapasitas Tampungan

Untuk mengetahui debit saluran dapat menggunakan rumus Manning, persamaan sebagai berikut [7]:

$$Q = A_{sal} \cdot v_{sal} \quad \text{Pers. 8}$$

$$v_{sal} = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad \text{Pers. 9}$$

dengan:

Q = debit yang ditampung (m³/dt)
 Asal = luas saluran (m²)
 vsal = kecepatan aliran (m/dt)
 n = koefisien manning
 R = jari-jari hidrolis (m)
 S = kemiringan saluran

Sedangkan untuk mengetahui volume resap pada *boezem*, dapat menggunakan pendekatan sumur resapan dengan rumus sebagai berikut [8]:

$$V_{rsp} = \frac{t_c}{24} \cdot A_{total} \cdot K \quad \text{Pers. 10}$$

$$t_c = 0,9 \frac{R^{0,92}}{60} \quad \text{Pers. 11}$$

dimana:

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m³)
 t_c = durasi hujan efektif (jam)
 R = tinggi hujan harian rata-rata (m²/hari)
 A_{total} = luas dinding sumur + luas alas sumur (m²)
 K = koefisien permeabilitas tanah (m/hari)

2.3.4. Alternatif Pengendalian Genangan

Tujuan sistem drainase dengan konsep konservasi adalah untuk memperbanyak air yang tersimpan dalam tanah. Biasanya dilakukan dengan cara menahan air limpasan yang datang. Kemudian membiarkan air yang tertahan itu meresap ke dalam tanah, selanjutnya air yang terseisa secara perlahan-lahan dialirkan ke sungai. Bangunan atau sarana yang umum sebagai peresapan air hujan adalah saluran drainase tanpa perkuatan, saluran drainase tanpa perkerasan dengan perlakuan, parit infiltrasi, saluran drainase pracetak berlubang, lubang resapan biopori, sumur resapan, kolam tampungan resapan, kawasan perlindungan air tanah dan panen air hujan.

Untuk menghitung air yang melimpas dari atap, digunakan Metode Rasional (Pers. 4), sedangkan untuk menghitung tinggi sumur resapan digunakan persamaan berikut [9]:

$$H = \frac{Q}{\omega \pi r K} \quad \text{Pers. 12}$$

Harga $\omega = 2$, untuk sumur kosong berdinding kedap air atau sumur tanpa dinding dengan batu pengisi dan harga $\omega = 5$, untuk sumur kosong berdinding porus.

dengan:

H = kedalaman sumur (m)
 R = radius sumur (m)
 K = koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
 Q = debit andil banjir ($Q = C.I.A$) (m³/jam)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi adalah salah satu tahap awal dalam perencanaan bangunan air. Pada studi ini dilakukan pengamatan pada 3 stasiun hujan yaitu Stasiun Hujan Blimbing, Stasiun Klimatologi Karangploso dan Stasiun Hujan Lab. Hidrologi Universitas Brawijaya. Ketiga stasiun ini merupakan stasiun hujan terdekat dari DAS pengamatan. Setelah dilakukan uji kelayakan data dengan uji kurva massa ganda, uji outlier dan uji stasioner kemudian untuk mengetahui pengaruh setiap pos hujan terhadap curah hujan rerata daerah pengamatan dilakukanlah analisa hujan rerata daerah dengan Metode Poligon Thiessen. Metode ini memberikan hasil yang teliti dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar, namun penentuan titik pengamatan akan mempengaruhi ketelitian yang didapat. Dari hasil Poligon Thiessen pada daerah studi didapatkan hanya satu stasiun hujan yang mempengaruhi DAS pengamatan. Oleh karena itu didapatkan curah hujan rerata DAS pengamatan seperti pada Tabel 2.

Tabel 1: Curah Hujan Rerata Daerah

No.	Tahun	Curah Hujan Rerata (mm)
1	2009	70,03
2	2010	109,38
3	2011	66,45
4	2012	81,16
5	2013	92,19
6	2014	76,44
7	2015	94,15
8	2016	62,77
9	2017	102,00
10	2018	95,14
11	2019	82,00

Setelah didapatkan curah hujan rerata daerah, dilakukan analisa frekuensi dengan Metode Log Pearson III untuk mendapatkan curah hujan maksimum, didapatkan data curah hujan rancangan sebagai berikut:

Tabel 2: Perhitungan Curah Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III

Tr (tahun)	Pr (%)	G	S Log X	$\overline{\text{Log X}}$	Log X _{rancangan} (mm)	X _{rancangan} (mm)
2	50	0,028	0,079	1,921	1,924	83,890
5	20	0,849	0,079	1,921	1,988	97,324

Perencanaan drainase perkotaan, memerlukan besaran curah hujan harian maksimum dengan kala ulang (Tr) tertentu. Berdasarkan luas daerah pengaliran saluran (DPSal) atau luas *catchment area boezem* yaitu 10.062 ha, (10-100 ha) dengan tipologi kota termasuk kota besar, maka kala ulang yang digunakan adalah 2 dan 5 tahun [10]. Kemudian dilakukan analisa kesesuaian distribusi dengan Uji Chi-Square dan Uji Smirnov Kolmogorov. Untuk kedua uji ini didapatkan bahawa hasil curah hujan rancangan dengan Metode Log Pearson III dapat diterima.

3.2 Analisa Debit Rancangan

Analisa Debit Rancangan ini dilakukan pada setiap saluran drainase. Skema drainase ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 2: Skema Jaringan Drainase

Skema jaringan drainase ini sangat dibutuhkan untuk menentukan debit rancangan (Q_r). Perhitungan debit rancangan per saluran dapat dilakukan dengan menjumlahkan debit air hujan (Q_{ah}) dengan debit air kotor (Q_{ak}) terlebih dahulu. Kemudian dilakukan penelusuran arah aliran debit rancangan yang disesuaikan dengan kondisi topografi.

3.3 Kapasitas Tampung

a. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Saluran drainase dapat dikatakan layak apabila debit rancangan per saluran lebih kecil dari kapasitas drainase per saluran ($Q_{rs} < Q_{ds}$) sehingga debit rancangan dapat ditampung oleh drainase. Apabila tidak sesuai dengan kriteria tersebut, maka terjadilah genangan. Berikut hasil perhitungan evaluasi kapasitas saluran drainase eksisting terhadap debit rancangan per saluran dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari hasil evaluasi drainase per saluran ini, didapatkan bahwa saluran drainase pada catchment area *boezem* yang terdiri dari 46 saluran, tidak dapat sepenuhnya menampung debit rancangan. Terdapat 15 saluran yang tidak memenuhi debit rancangan dengan kala ulang 2 tahun, dan 17 saluran yang tidak memenuhi dengan kala ulang 5 tahun. Dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tersebut berpotensi untuk menimbulkan genangan. Oleh karena itu dibutuhkan alternatif pengendalian genangan dan pemeliharaan saluran drainase eksisting secara berkala agar dapat berfungsi.

Tabel 3: Evaluasi Kapasitas Drainase per Saluran

Saluran	Tr=2 Tahun (m ³ /dt)		Keterangan	Tr=5 Tahun (m ³ /dt)		Keterangan
	Q _{rs}	Q _{ds}		Q _{rs}	Q _{ds}	
A1	0.123	0.181	Memenuhi	0.143	0.476	Memenuhi
A2	2.984	0.141	Tidak Memenuhi	3.461	0.181	Tidak Memenuhi
A3	0.142	0.435	Memenuhi	0.164	0.141	Memenuhi
A4	0.348	0.543	Memenuhi	0.403	0.435	Memenuhi
A5	0.291	0.337	Memenuhi	0.338	0.543	Tidak Memenuhi
A6	0.077	0.159	Memenuhi	0.090	0.337	Memenuhi
A7	0.175	0.260	Memenuhi	0.203	0.159	Memenuhi
A8	0.195	0.483	Memenuhi	0.226	0.260	Memenuhi
A9	0.312	0.374	Memenuhi	0.362	0.483	Memenuhi
A10	0.164	0.277	Memenuhi	0.190	0.374	Memenuhi
A11	0.414	0.615	Memenuhi	0.481	0.277	Memenuhi
A12	0.203	0.095	Tidak Memenuhi	0.235	0.615	Tidak Memenuhi
A13	0.243	0.297	Memenuhi	0.282	0.095	Memenuhi
A14	0.041	0.411	Memenuhi	0.048	0.297	Memenuhi
A15	0.086	0.682	Memenuhi	0.099	0.411	Memenuhi
A16	0.106	0.703	Memenuhi	0.123	0.682	Memenuhi
A17	0.046	0.557	Memenuhi	0.053	0.703	Memenuhi
A18	0.074	0.398	Memenuhi	0.086	0.557	Memenuhi
A19	0.027	0.105	Memenuhi	0.032	0.398	Memenuhi
A20	0.132	0.778	Memenuhi	0.153	0.105	Memenuhi
A21	0.738	0.488	Tidak Memenuhi	0.856	0.778	Tidak Memenuhi
A22	0.833	0.360	Tidak Memenuhi	0.966	0.488	Tidak Memenuhi
A23	1.911	0.444	Tidak Memenuhi	2.217	0.360	Tidak Memenuhi
A24	0.163	0.669	Memenuhi	0.189	0.444	Memenuhi
A25	0.230	0.295	Memenuhi	0.267	0.669	Memenuhi
A26	1.238	0.228	Tidak Memenuhi	1.437	0.295	Tidak Memenuhi
A27	0.233	0.497	Memenuhi	0.270	0.228	Memenuhi
A28	0.716	0.029	Tidak Memenuhi	0.831	0.497	Tidak Memenuhi
A29	0.689	0.378	Tidak Memenuhi	0.799	0.029	Tidak Memenuhi
A30	0.121	0.215	Memenuhi	0.141	0.378	Memenuhi
A30a	0.070	0.262	Memenuhi	0.081	0.215	Memenuhi
A30b	0.097	0.204	Memenuhi	0.112	0.262	Memenuhi
A31	0.199	0.239	Memenuhi	0.231	0.204	Memenuhi
A32	0.274	0.028	Tidak Memenuhi	0.318	0.239	Tidak Memenuhi
A33	0.422	0.460	Memenuhi	0.489	0.028	Tidak Memenuhi
A34	0.301	0.947	Memenuhi	0.350	0.460	Memenuhi
A35	0.174	1.178	Memenuhi	0.202	0.947	Memenuhi
A36	0.118	0.256	Memenuhi	0.137	1.178	Memenuhi
A37	0.080	0.462	Memenuhi	0.093	0.256	Memenuhi
A38	0.210	0.155	Tidak Memenuhi	0.244	0.462	Tidak Memenuhi
A39	3.709	0.396	Tidak Memenuhi	4.303	0.155	Tidak Memenuhi
A40	3.811	0.189	Tidak Memenuhi	4.421	0.396	Tidak Memenuhi
A41	0.065	0.527	Memenuhi	0.075	0.189	Memenuhi
A42	0.093	0.033	Tidak Memenuhi	0.108	0.527	Tidak Memenuhi
A43	3.940	0.112	Tidak Memenuhi	4.570	0.033	Tidak Memenuhi
A44	3.966	0.111	Tidak Memenuhi	4.601	0.112	Tidak Memenuhi

b. Evaluasi Kapasitas Tampungan *Boezem* Eksisting

Evaluasi kapasitas tampungan *boezem* eksisting adalah suatu evaluasi yang dilakukan dengan membandingkan besarnya debit *boezem* total (Qb) dengan debit rancangan total (Qrt) pada titik tinjau. Jika $Q_b < Q_{rt}$ maka akan terjadi genangan dan perlu dilakukan perencanaan alternatif yang dapat mengendalikan genangan tersebut. Titik tinjau yang digunakan adalah pada saluran A44. Didapatkan

Qb sebesar $1.890 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan Qrt sebesar $3.966 \text{ m}^3/\text{dt}$ ($Qb < Qrt$). Maka debit rancangan total tidak dapat ditampung sepenuhnya oleh *boezem*, dan terdapat genangan.

Tabel 4: Rekapitulasi Genangan

Debit	Tr = 2 Tahun	Tr = 5 Tahun
Rancangan total (Qrt)	$3.966 \text{ m}^3/\text{dt}$	$4.601 \text{ m}^3/\text{dt}$
Boezem (Qb)	$1.890 \text{ m}^3/\text{dt}$	$2.050 \text{ m}^3/\text{dt}$
Genangan (Qg)	$2.076 \text{ m}^3/\text{dt}$	$2.551 \text{ m}^3/\text{dt}$

3.4 Pemilihan Alternatif

Tabel 5: Pemilihan Alternatif sesuai Kondisi Daerah Studi

No.	Jenis Konservasi	Ketentuan	Kondisi Wil. Studi	Cocok/ tidak
1.	Saluran drainase tanpa perkerasan	Hanya cocok pada pemukiman dengan kepadatan rendah (berdasarkan sub bab 2.4.1.)	Kawasan pemukiman dengan kepadatan penduduk tinggi	X
2.	Saluran drainase tanpa perkerasan dengan perlakuan	Hanya cocok pada pemukiman dengan kepadatan rendah (berdasarkan sub bab 2.4.2.)	Kawasan pemukiman dengan kepadatan penduduk tinggi	X
3.	Parit infiltrasi	Kedalaman muka air tanah $< 2\text{ m}$ (berdasarkan sub bab 2.4.3.)	Kedalaman muka air tanah $> 2\text{ m}$	X
4.	Saluran drainase pracetak berlubang	Debit air hujan dan debit air kotor ditempatkan pada tempat yang berbeda	Debit air hujan dan debit air kotor ditempatkan pada saluran yang sama	X
5.	Lubang resapan biopori	Menggunakan sampah organik dan lubang dengan kedalaman 100 cm	Volume sebuah sumur resapan dengan diameter 1 m dan kedalaman 3 m akan setara dengan 300 buah biopori	X
6.	Sumur resapan	Cocok untuk kawasan perumahan dan tidak memerlukan lahan yang luas. Kedalaman muka air tanah $> 2\text{ m}$ (berdasarkan sub bab 2.4.6)	Kedalaman muka air tanah $> 2\text{ m}$	V
7.	Penampung air hujan	Cocok untuk kawasan perumahan untuk mengurangi anggaran air bersih dari PDAM	Kawasan pemukiman dengan kepadatan penduduk tinggi	V

Tabel 6 menunjukkan uraian jenis-jenis perencanaan konservasi air yang disesuaikan dengan kondisi lokasi studi. Oleh karena itu dipilihlah dua alternatif yang akan direncanakan untuk mengatasi genangan pada catchment area boezem dan akan dilakukan analisa keefektifan alternatif untuk menentukan alternatif terbaik. Kedua alternatif itu adalah perencanaan sumur resapan dan perencanaan penampung air hujan.

3.5. Analisa Teknis Alternatif

Perencanaan dimensi alternatif menggunakan debit genangan dengan kala ulang 2 tahun. Hal ini dilakukan sesuai dengan ketentuan perencanaan alternatif yaitu sumur resapan [9]. Untuk mereduksi limpasan atau genangan yang terjadi di sekitar saluran drainase, maka alternatif dibangun di sekitar saluran drainase yaitu pada daerah tangkapan air saluran tersebut.

a. Alternatif 1 (Perencanaan Sumur Resapan)

Perencanaan berdasarkan SNI 8456:2017

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang atap/ tadah (At)} &= 156 \text{ m}^2 \\ \text{Hujan rancangan (R)} &= 83.890 \text{ mm} \\ \text{Durasi hujan (t)} &= 2 \text{ jam} \\ C_{\text{tadah}} &= 0.95 \end{aligned}$$

Dimensi Sumur Resapan

$$\begin{aligned} \text{Diameter sumur (d}_{\text{sumur}}) &= 0.6 \text{ m} \\ \text{Koefisien permeabilitas (K)} &= 3 \text{ m/hr} = 0.125 \text{ m/jam} \\ \omega &= 2 \text{ (dinding tidak porus)} \end{aligned}$$

Perhitungan debit air hujan menggunakan rumus rasional

$$\begin{aligned} \text{Intensitas hujan (I)} &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{83.890}{24} \left[\frac{24}{2} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 18.321 \text{ mm/jam} \\ &= 0.0183 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas sumur resapan (Q)} &= C \times I \times A_{\text{tadah}} \\ &= 0.95 \times 0.0183 \times 156 \\ &= 2.713 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q}{\omega \pi r K} \\ &= \frac{2.713}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.6 \cdot 0.125} \\ &= 5.76 \text{ m} \end{aligned}$$

$$H_{\text{rancangan}} = 6 \text{ m}$$

Total debit rancangan yang dapat direduksi

$$\begin{aligned} \text{Jumlah total unit rumah} &= 595 \text{ unit} \\ \text{Debit sumur resapan (Q)} &= 2.713 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 0.00007543 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total debit yang direduksi (Q}_{\text{reduksi}}) &= \text{Jumlah total unit rumah} \times Q \\ &= 595 \times 0.00007543 \\ &= 0.448 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Persentase reduksi terhadap debit genangan

$$\begin{aligned} \% \text{ reduksi} &= (Q_{\text{reduksi}} / Q_g) \times 100\% \\ &= (0.448 / 2.076) \times 100\% \\ &= 22 \% \end{aligned}$$

b. Alternatif 2 (Perencanaan Penampung Air Hujan)

$$\begin{aligned} \text{Intensitas hujan (I)} &= \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t_c} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{83.890}{24} \left[\frac{24}{2} \right]^{\frac{2}{3}} \\ &= 18.321 \text{ mm/jam} \\ &= 0.0183 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air melimpas (Q)} &= C \times I \times A_{\text{tadah}} \\ &= 0.95 \times 0.0183 \times 156 \\ &= 2.713 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Direncanakan tanki ukuran 1m³

Total debit rancangan yang dapat direduksi

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah total unit rumah} &= 595 \text{ unit} \\
 \text{Debit penampung air hujan (Q)} &= 2.713 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 0.00007543 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 \text{Total debit yang direduksi (Q}_{\text{reduksi}}) &= \text{Jumlah total unit rumah} \times Q \\
 &= 595 \times 0.00007543 \\
 &= 0.448 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Persentase reduksi terhadap debit genangan

$$\begin{aligned}
 \%_{\text{reduksi}} &= (Q_{\text{reduksi}} / Q_g) \times 100\% \\
 &= (0.448 / 2.076) \times 100\% \\
 &= 22 \%
 \end{aligned}$$

3.5. Analisa Ekonomis Alternatif

Analisa ini meliputi perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang koefisiennya telah disesuaikan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28/PRT/M/2016 dan harga satuan Kota Malang tahun 2019. Setelah mengetahui analisa harga satuan pekerjaan yang dibutuhkan, selanjutnya dihitung Bill of Quantity (BOQ) untuk mendapatkan volume. Harga satuan dan volume inilah yang nantinya dipaparkan perhitungannya pada RAB.

Biaya pembangunan satu unit Alternatif 1 membutuhkan dana sebesar Rp. 5,507,344.49 dan pembangunan satu unit Alternatif 2 membutuhkan dana sebesar Rp 5,723,792.40. Sehingga total dana yang dibutuhkan untuk pembangunan 595 unit Alternatif 1 dan 2 sebagai berikut:

Total dana yang dibutuhkan untuk membangun 595-unit alternatif 1 adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah unit rumah} \times \text{Biaya 1 unit} &= 595 \times \text{Rp. 5,507,344.49} \\
 &= \text{Rp. 3,276,869,973.16}
 \end{aligned}$$

Total dana yang dibutuhkan untuk membangun 595-unit alternatif 2 adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah unit rumah} \times \text{Biaya 1 unit} &= 595 \times \text{Rp 5,723,792.40} \\
 &= \text{Rp. 3,418,972,605.65}
 \end{aligned}$$

3.6. Analisa Keefektivan Alternatif

Dari analisa teknis dan ekonomis masing-masing alternatif, berikut rekap pada Tabel 7.

Tabel 6: Rekapitulasi Analisa Keefektivan Alternatif

Alternatif	Analisa Teknis (%)	Analisa Ekonomis (Rp.)
Alternatif 1 (Sumur Resapan)	22	3,276,869,973.16
Alternatif 2 (PAH)	22	3,418,972,605.65

Dari Tabel 7 dipilihlah Alternatif 1 yaitu melakukan pembangunan 595-unit sumur resapan pada *catchment area boezem* karena dapat mereduksi 22% debit genangan dengan total dana yang lebih murah.

4. Kesimpulan

Drainase dan *boezem* eksisting tidak dapat sepenuhnya menampung debit rancangan. Ketidakmampuan *boezem* eksisting dalam menampung seluruh debit rancangan total menyisakan genangan sebesar 2.076 m³/dt dengan kala ulang 2 tahun dan 2.551 m³/dt dengan kala ulang 5 tahun. Untuk mengendalikan genangan tersebut ditawarkan dua alternatif berbasis konservasi yaitu

perencanaan sumur resapan dan penampung air hujan. Berdasarkan analisa teknis dan ekonimis dipilihlah Alternatif 1 yaitu pembangunan 595-unit sumur resapan pada *catchment area boezem* yang dapat mereduksi 22 % debit genangan dengan total dana sebesar Rp. 3,276,869,973.16. Untuk menyelesaikan permasalahan genangan ini dibutuhkan koordinasi yang baik antar semua pihak. Selain itu disamping merencanakan bangunan alternatif berbasis konservasi, genangan dapat lebih dikendalikan dengan melakukan perlakuan dan perawatan pada saluran drainase eksisting.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih kepada kepada Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya untuk dukungan yang telah diberikan. Selanjutnya ucapan terimakasih kepada Bapak Roni Kuncoro, S.STP. selaku Lurah Kelurahan Blimbing Kota Malang beserta jajarannya dan warganya yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian pada lokasi studi, berkunjung dan mengambil data primer. Kemudian ucapan terimakasih kepada UPT PSDA di Kediri Korwil Malang serta Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Pengawasan Lingkungan bagian drainase yang telah memberikan informasi dan data terkait penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] D. A. Kusumadewi, "Arahan Spasial Teknologi Drainase untuk Mereduksi Genangan di Sub Daerah Aliran Sungai Watu," *Jurnal Teknik Pengairan*, Vols. Volume 3, Nomor 2, p. 258–276, 2012.
- [2] E. S. Pranoto, "Upaya Penanggulangan Genangan dan Peningkatan Resapan Air Menggunakan Underdrain Box Storage di Kawasan Kampus Universitas Brawijaya," Universitas Brawijaya, Malang, 2013.
- [3] Suhardjono, Rancangan Drainase, Buku Ajar Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Brawijaya, 2013.
- [4] L. M. Limantara, Hidrologi Praktis, Bandung: Lubuk Agung, 2010.
- [5] T. U. Handayani, " Studi Alternatif Perencanaan Buangan Akhir pada Sistem Drainase Kota Palangka Raya untuk Mengurangi Genangan," Universitas Brawijaya, Malang, 2014.
- [6] Hartati, Indrawati, R. Sitepu and N. Tamba, "Prosoding Seminar Sains Matematika Informatika dan Aplikasinya IV," *Metode Geometri, Metode Aritmatika dan Metode Eksponensial untuk Memproyeksikan Penduduk Provinsi Sumatera Selatan*, pp. 2086-2342, 2016.
- [7] B. Triatmodjo, Hidraulika II, Yogyakarta: Beta Offset, 1993.
- [8] SNI 03-2453-2002, Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, Jakarta: BSNI, 2002.
- [9] SNI 8456:2017, Sumur dan parit resapan air hujan, Jakarta: BSNI, 2017.
- [10] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, "Nomor 12/PRT/M/2014," *Lampiran I Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*, pp. 1-116, 2014.