

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN BOEZEM DI KELURAHAN TUNGGULWULUNG KECAMATAN LOWOKWARU KOTA MALANG

Alfian Khozi Alfalaq¹, Eko Noerhayati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :

e-mail: 21801051183@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :

e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, email :

e-mail: anita.rahmawati@unisma.ac.id

ABSTRACT

Flooding is a form of natural phenomenon that occurs due to high rainfall intensity where there is excess water that cannot be accommodated by the drainage network of an area. One aspect that is developing rapidly is the residential area, where new housing areas are emerging in all corners of Malang City. The area is growing in several places, both in hilly areas and in natural water reservoirs (Retarding basins). The increasing population and development there have caused changes in existing land use. The impact of changes in land use is an increase in surface flow due to decreased water that seeps into the ground, causing puddles. The purpose of this study is expected to reduce the risk of flooding and puddles in the Lowokwaru District area, especially in the Soekarno Hatta, Bantaran, and Tulusrejo areas and Mojolangu by up to 20%. The methods in this study are hydrological analysis, planned flood discharge, and distribution tests. The results of this study are that the planned flood discharge in the Boezem Tunggulwulung Malang City planning is 9.42 m³ / second. Dimensions of Boezem, pumps and gates in the planning of Boezem Tunggulwulung Malang City: A (area) = 30,762 m², H (depth) = 3 meters. The pumps required are 2 pumps with a capacity of 1.05 m³/second each. Steel water gates for gravity discharge are 2 pieces, with dimensions: b (gate width) = 1 meter, h (gate height) = 0.6 meters, t (gate thickness) = 0.5 cm. The gate and water pump operating system that produces optimal work from Boezem Tunggulwulung Malang City In the operation of the boezem, if the water elevation downstream of the discharge is higher, then a water pump is used for discharge. If the water elevation downstream of the discharge is lower, the water will be discharged by gravity through the water gate.

Keywords: Boezem, Hydrological Analysis, Planned Flood Discharge

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Salah satu kota yang sering mengalami permasalahan banjir dan genangan adalah Kota Malang, Kota Malang merupakan salah satu kawasan perkotaan yang mengalami pengembangan yang sangat pesat. Salah satu aspek yang berkembang pesat yakni kawasan permukiman, dimana di seluruh sudut Kota Malang sedang bermunculan kawasan perumahan baru [1]. Kawasan tersebut tumbuh di beberapa tempat, baik itu di daerah perbukitan maupun di daerah penampungan air alami (Retarding basin) [2]. Apabila perkembangan permukiman itu tidak dibarengi dengan prasarana yang memadai

konsekuensinya akan terjadi banjir dan genangan yang akan berdampak luas, baik terhadap perekonomian, seluruh aktivitas masyarakat dan lingkungan yang tidak sehat, sehingga perlu mendapatkan perhatian yang serius[3].

Kecamatan Lowokwaru adalah salah satu kecamatan di Kota Malang yang terdampak banjir dan genangan pada musim penghujan tiba. Terutama pada saat musim penghujan genangan ini mencapai ketinggian 0,1 hingga 0,3 meter [4]. Titik genangan terparah pada Kecamatan Lowokwaru yang terjadi setiap musim penghujan adalah di Jl. Soekarno Hatta. Oleh karena itu, perlu untuk diadakan pembangunan infrastruktur berupa boezem

dikawasan Kecamatan Lowokwaru. Boezem merupakan sebuah waduk buatan yang digunakan untuk menampung limbah air. Fungsi lainnya, boezem juga dapat menampung air yang jika diperlukan mengalirkan pada saat tertentu.

Pembangunan Boezem Tunggulwulung ini diperkirakan dapat menampung air yang jika diperlukan mengalirkan pada saat tertentu. Pembangunan Boezem Tunggulwulung ini diperkirakan dapat mengurangi resiko banjir dan genangan di wilayah Kecamatan Lowokwaru khususnya di wilayah Soekarno Hatta, Bantaran, dan Tulusrejo serta Mojolangu hingga 20%[5].

1.2. Identifikasi Masalah

1. Terjadinya banjir dan genangan di wilayah Kecamatan Lowokwaru khususnya di Jalan Soekarno Hatta pada saat musim Penghujan tiba.
2. Volume limpasan permukaan yang sudah jauh meningkat dibandingkan air yang meresap ke tanah sehingga menimbulkan genangan.

1.3. Rumusan Masalah

1. Berapa debit banjir rencana pada perencanaan Boezem Tunggulwulung Kota Malang?
2. Berapa Dimensi Boezem, pompa dan pintu pada perencanaan Boezem Tunggulwulung Kota Malang?
3. Bagaimana sistem operasi pintu dan pompa air yang menghasilkan kerja optimal dari Boezem Tunggulwulung Kota Malang?

1.4. Tujuan dan Manfaat

1. Untuk mengetahui debit banjir rencana kala ulang 5 tahun pada perencanaan Boezem Tunggulwulung Kota Malang.
2. Untuk merencanakan Dimensi Boezem, pompa dan pintu pada perencanaan Boezem Tunggulwulung Kota Malang.
3. Untuk mengetahui daya tampung maksimal Boezem Tunggulwulung Kota Malang.
4. Untuk mengetahui sistem operasi pintu dan pompa air yang menghasilkan kerja optimal dari Boezem Tunggulwulung Kota Malang.

5. Secara teoritis, bisa digunakan sebagai referensi dalam Analisa daya tampung dan perencanaan Boezem.
6. Bagi mahasiswa, perencanaan ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam penyusunan skripsi sebagai pengembangan keilmuan dibidang teknik sipil mengenai perencanaan Bangunan Pengendali banjir khususnya Boezem.
7. Untuk instansi terkait, dapat memberikan gambaran tentang desain boezem yang direncanakan serta sistem operasi yang menghasilkan kerja optimal sehingga masalah banjir dan genangan yang terjadi dapat diatasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Boezem , Pintu Air , dan Pompa

Boezem atau kolam tampung adalah kolam yang bertujuan untuk menampung sementara limpasan air hujan atau air sungai dalam suatu kawasan, sementara muka air di pembuangan akhir lebih tinggi daripada muka air di saluran, sehingga pembuangan tidak bias berjalan tidak bias berjalan sesuai gravitasi. Setelah muka air turun, boezem akan dikosongkan [6]. Pintu air digunakan untuk mengatur elevasi air. Pintu air akan dibuka saat muka air hilir (pembuangan akhir) rendah dan ditutup bila muka air hilir sedang tinggi.

Selain itu digunakan untuk menahan backwater air asin (untuk saluran yang berhubungan dengan laut). Sedangkan untuk prinsip kerja pompa adalah tidak perlu menunggu sampai permukaan air di hilir atau saat permukaan air laut surut.

2.2 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan hujan (Catchment area) yang dapat 20 berpengaruh terhadap besarnya debit. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam analisa hidrologi antara lain:

1. Siklus Hidrologi,
2. Pengolahan Data Hujan
3. Perhitungan Debit
4. Distribusi Normal
5. Distribusi Gumbel
6. Distribusi Log Pearson III

2.3 Debit Banjir Rencana

Besar debit rencana yang mungkin terjadi dapat direncanakan dengan menghitung tinggi hujan rencana dulu. Dimulai dari perhitungan hujan harian maksimum menghasilkan hujan rencana dalam periode tertentu [7]. Selanjutnya tinggi hujan rencana digunakan untuk menghitung debit rencana dengan periode ulang sesuai dengan perhitungan hujan rencana.

Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang mungkin terjadi pada periode ulang yang telah direncanakan. Meliputi : Perhitungan Waktu Konsentrasi, Perhitungan Intensitas Curah Hujan, Koefisien Pengaliran, Perhitungan Daerah Pematasan (*Catchment Area*), Perhitungan Debit Rencana, dan Periode Ulang [8].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi perencanaan boezem ini terletak di Kelurahan Tunggul Wulung yang merupakan kelurahan di Kecamatan Lowokwaru , Kota Malang.

Kelurahan Tunggul Wulung memiliki luas 1,952 Km2 dengan jumlah penduduk 9.765 jiwa [9]

3.2. Pengumpulan Data

1. Data Primer, meliputi data-data mengenai gambaran kondisi daerah studi atau data hasil pengukuran dan pengamatan di lapangan (survey lokasi) yang nantinya akan menjadi dasar pengerjaan.
2. Data Sekunder, meliputi peta situasi kawasan studi, topografi kawasan studi, lokasi stasiun hujan dan data curah hujan tahunan, peta tata guna lahan eksisting dan rencana.

3.3. Tahapan Penelitian

1. Survey Pendahuluan
Gambaran mengenai kondisi daerah yang akan diangkat menjadi topik tugas akhir merupakan dasar perencanaan dalam menentukan desain boezem, pompa dan pintu air beserta sistem pengoperasiannya . Kondisi dijadikan pedoman adalah kedalaman air dan situasi yang ada.

2. Studi Literatur

Studi literatur meliputi kegiatan memahami teori-teori (hidrologi dan hidrolika) yang berkaitan dengan perencanaan pematasan kota yang kemudian dijadikan dasar perencanaan.

3. Analisa Hidrologi

Dari data-data primer yang terkumpul, akan dibuat perhitungan menjadi data sekunder untuk mendapatkan hasil yang dikehendaki. Analisa hidrologi data yang dimaksud meliputi :

- Menghitung Curah Hujan Rata-rata.
- Menghitung Tinggi Hujan Rata-rata.
- Membuat Hidrograf Banjir.

4. Analisa Hidrolika

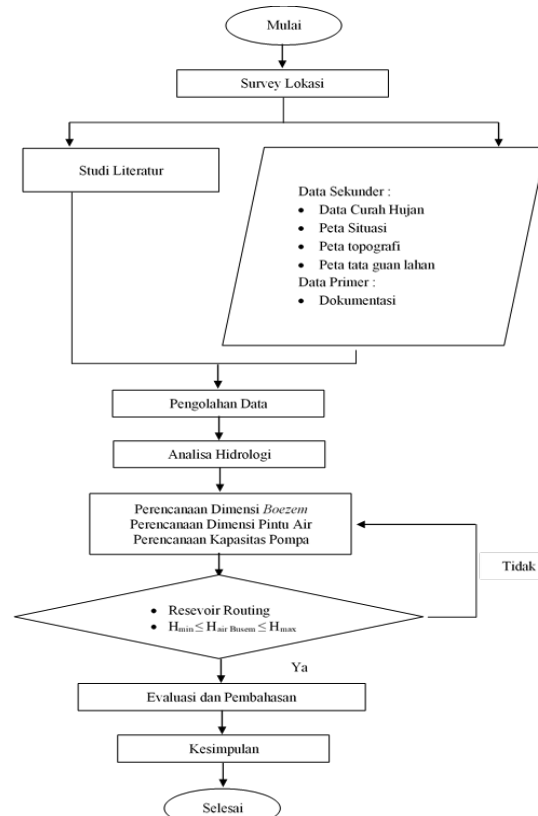
Analisa Hidrolika meliputi :

- Kapasitas boezem.
- Perhitungan debit inflow.

Selain itu juga ditambah perencanaan utama, meliputi :

- Perencanaan pintu air dan kapasitas pompa
- Perhitungan flood routing

3.4. Flowchart



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
Sumber : Hasil Analisa, 2024

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Analisa Curah Hujan Rata – Rata

T (years)	Xr	k	S	k.S	Xt	Rt = anti log Xt (mm)
2	2,0161	-0,150	0,143	-0,021	1,995	98,790
5	2,0161	0,768	0,143	0,109	2,126	133,535
10	2,0161	1,339	0,143	0,191	2,207	161,107
25	2,0161	2,02	0,143	0,288	2,304	201,560
50	2,0161	2,51	0,143	0,357	2,373	236,166

Curah hujan yang diperlukan untuk perencanaan saluran drainase adalah curah hujan rata-rata di seluruh wilayah yang ditinjau. Curah hujan wilayah ini diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan [10].

4.2. Uji Kecocokan Chi-Square

Parameter Distribusi Log Pearson III

Tabel 1. Subgrup Uji Chi-Square Metode Log Pearson III

No	Probabilitas		Of	Ef	Ef-Of	(Ef-Of) ² /Ef	
1			1,9	7	4,1678	-2,834	1,5267
2	1,7	< x <	2,0	6	4,1678	-1,824	0,4067
3	1,9	< x <					
3	2,0	< x <	2,1	6	4,1678	-1,824	0,4067
4	2,1	< x <	2,2	4	4,1678	0,1678	0,0067
	2,2	< x <					
5	2,3	< x <	2,3	0	4,1678	4,1678	3,9267
6			2,5	2	4,1678	2,1687	1,0267
N =			25	(λh) ² =		7,30	

Kesimpulan : $\lambda h^2 cr > \lambda h^2$, Metode LogPearson III diterima.

4.3. Uji Kecocokan Smirnov – Kolmogorov

- Parameter Distribusi Gumbel
Kesimpulan : Perhitungan pada Tabel 4.7 memperoleh nilai Dmaks sebesar 0.162. Nilai Dmaks tersebut lebih kecil daripada nilai D0 yaitu 0.27 ($Dmaks = 0.162 < D0 = 0.27$), sehingga Distribusi Gumbel dapat diterima.
- Parameter Distribusi Log Pearson III
Kesimpulan : Perhitungan pada Tabel 4.8 memperoleh nilai Dmaks sebesar 0.1104. Nilai Dmaks tersebut lebih kecil daripada nilai D0 yaitu 0.27 ($Dmaks = 0.1104 < D0 = 0.27$), sehingga Distribusi Gumbel dapat diterima.

Rekapitulasi hasil Uji Kecocokan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov menunjukkan bahwa Metode Distribusi Log Pearson III yang dipakai untuk menentukan debit banjir rencana :

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji kecocokan

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan							
	Chi-Square				Smirnov-Kolmogorov			
	X ²	Nilai	Xh ²	Evaluasi	Dmaks	Nilai	Do	Evaluasi
Gumbel	19	>	7,82	NOT OK	0,17	>	0,3	OK
Log Pearson III	8,9	>	7,82	NOT OK	0,15	>	0,3	OK

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.4. Debit Banjir Rencana

Besar debit rencana yang terjadi dapat direncanakan dengan menghitung tinggi hujan rencana terlebih dahulu yaitu dengan uji distribusi metode Gumbel dan Log Pearson III. Berdasarkan Uji Kecocokan Chi-Square dan Uji Kecocokan Smirnov Kolmogorov pada tabel, Metode Distribusi Log Pearson III dipakai untuk menghitung Debit Banjir Rencana.

4.5. Perhitungan Koefisien Pengaliran Kondisi Rencana

Tabel 3. Perhitungan Koefisien Pengaliran Kodisi Rencana Sub DAS Berantas Bagian atas

Tata Guna Lahan	Luas Lahan (km ²)	Nilai C	C rata-rata	Luas Sub DAS (km ²)
Komersial Industri	0,051	0,6	0,6	0,051

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 4. Perhitungan Koefisien Pengaliran Kondisi Rencana Sub DAS Berantas Bagian Bawah

Tata Guna Lahan	Luas Lahan (km ²)	Nilai C	C rata-rata	Luas Sub DAS (km ²)
Pemukiman Warga	0,205	0,35	0,56	0,972
Industri	0,511	0,6		0,972
Fasilitas Umum	0,205	0,8		0,972

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.6. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Berdasarkan hasil Uji Kecocokan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov, maka perhitungan curah hujan yang digunakan adalah metode Log Pearson III.

$$\begin{aligned}
 X_t &= \bar{X} + KX \\
 S_d &= 2,0161 + (1,339). 0,1426 \\
 &= 2,207 \\
 R_t &= \text{antilog } X_t \\
 &= 161,11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4.7. Perhitungan Debit Banjir Metode Rasional

Perhitungan debit banjir rasional dibagi menjadi 2, bagian atas dan bawah :

- Bagian Bawah
Koefisien (C) = 0,56

R24 = 161,107 mm
A = 0,972 km²
tc = 57,84 menit = 0,96 jam (dari perhitungan saluran)

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{161,107}{24} \left(\frac{24}{0,96} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 57,23 \text{ mm/jam}$$

Q = 0,278 . C . I . A
= 0,278 . 0,56 . 57,23 . 0,972
= 8,63 m³/detik

b. Bagian Atas

Koefisien (C) = 0,6

R24 = 161,107 mm
A = 0,051 km²
tc = 31,01 menit = 0,52 jam (dari perhitungan saluran)

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{161,107}{24} \left(\frac{24}{0,52} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 85,73 \text{ mm/jam}$$

Q = 0,278 . C . I . A
= 0,278 . 0,6 . 57,23 . 0,051
= 0,74 m³/detik

Td (waktu lama hujan) = 4 jam = 240 menit (asumsi waktu terlama hujan di kota Malang). Terdapat 2 inflow dan dihitung menggunakan superposisi. Q = 9,40 m³/detik.

Tabel 5. Perhitungan Debit Banjir

Saluran P4		Saluran T11	
t (mnt)	Q (m ³ /s)	t (mnt)	Q (m ³ /s)
0	0	0	0
57,84	8,63	57,84	8,63
297,84	8,63	297,84	8,63
355,69	0	355,69	0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 6. Perhitungan Debit Banjir Superposisi

Saluran P4		Saluran T11		Superposisi		
t (menit)	Q	t (menit)	t (menit)	Q	t (menit)	t (menit)
0	0,000	0	0	0,000	0	0
31,01	4,624	31,006	31,01	4,624	31,006	31,01
57,84	8,626	57,843	57,84	8,626	57,843	57,84
271,01	8,626	271,010	271,01	8,626	271,010	271,01
297,84	8,626	297,840	297,84	8,626	297,840	297,84
302,01	8,004	302,010	302,01	8,004	302,010	302,01
355,69	0	355,690	355,69	0	355,690	355,69

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.8. Layout Perencanaan Saluran Perencanaan Saluran Inflow Boezem

Perencanaan saluran menggunakan metode rasional, yaitu dengan menghitung terlebih dahulu Debit Hidrologi dengan menggunakan rumus:

$$Q = 0,278 . C . I . A$$

Untuk mendapatkan debit Hidrologi, lebih dahulu menghitung nilai Koefisien Pengaliran dengan rumus 2.24 :

$$C_{gab} = \frac{C1 \times A1 + C2 \times A2 + \dots + Cx \times Ax}{A1 + A2 + \dots + Ax}$$

Berikut contoh perhitungan untuk C gabungan :

- C1 x A1 jalan = 0,8 x 0,0028 = 0,002
- C2 x A2 Bangunan = 0,3 x 0,04608 = 0,01
- $\sum C \times A = 0,002 + 0,01 = 0,02$
- $\sum Ai = 0,0028 + 0,04608 = 0,05$
- C gabungan = $\frac{C1 \times A1 + C2 \times A2}{A1 + A2} = \frac{0,02}{0,005} = 0,33$

Menghitung Intensitas hujan menggunakan metode Mononobe dengan R24 = 161,107 mm. Berikut contoh perhitungan untuk debit hidrologi (Q) :

- Q = 0,278 . C . I . A
= 0,278 x 0,33 x 82,91 x 0,05
= 0,38 m³/det

Dengan menggunakan brosur profil U-ditch dari BEP Precast and Prestress Concrete. Berikut contoh perhitungan Q hidrolika :

- A = b x h
= 600 x 700
= 420.000 mm = 0,42 m²
- P = b + (2 x h)
= 600 + (2 x 700)
= 2000 mm = 2 m
- R = A / P
= 0,42 / 2 = 0,21 m
- V = $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$
= $\frac{1}{0,013} \times 0,21^{\frac{2}{3}} \times 0,0010^{\frac{1}{2}}$
= 0,86 m³/s
- Qs = A x V
= 0,42 x 0,86
= 0,36 m³/s



Gambar 2. Layout Perencanaan Saluran Kondisi Rencana 2024
Sumber : DPU Kota Malang

4.9. Perencanaan Gorong – Gorong

- Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong
Panjang gorong-gorong, $L = 20$ meter, maka tergolong gorong-gorong panjang.
Gorong-gorong didesain dengan aliran tertutup dan menggunakan box culvert type BC 1000 dengan ukuran 1200×1200 . Brosur box culvert terlampir.

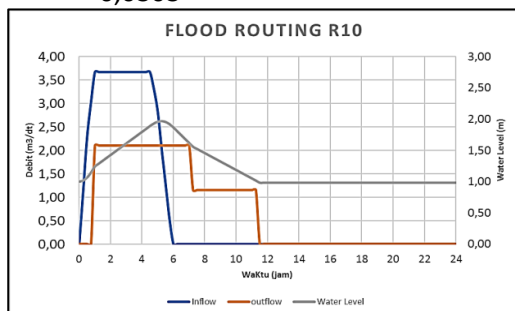
$$\begin{aligned} A &= 1,2 \times 1,2 &&= 1,44 \text{ m}^2 \\ V &= \frac{Q}{A} &&= \frac{2,33}{1,44} \\ &= 1,55 \text{ m/detik} \\ P &= 2 \cdot (1,2 + 1,2) &&= 4,8 \text{ m} \\ R &= \frac{A}{P} &&= \frac{1,44}{4,8} \\ &= 0,3 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kehilangan Energi Gorong-Gorong
Besarnya kehilangan energi untuk gorong-gorong segiempat adalah :

$$Z = \left(1 + \alpha + \lambda \frac{S \cdot X \cdot L}{4 \cdot X \cdot A} \right) \frac{V^2}{2g}$$

Sedangkan λ dihitung dengan menggunakan formula berikut :

$$\begin{aligned} \lambda &= \left(0,01989 + \frac{0,0005078}{A/T} \right) \alpha \\ &= \left(0,01989 + \frac{0,0005078}{1,44} \right) 1,5 \\ &= 0,0303 \end{aligned}$$



Gambar 3. Grafik Flood Routing R10
Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Sehingga nilai kehilangan energi (Z) pada gorong-gorong sebesar :

$$\begin{aligned} Z &= \left(1 + 0,5 + 0,0303 \frac{996}{4 \times 1,44} \right) \frac{1,55^2}{2 \times 9,81} \\ &= 0,25 \text{ m} \end{aligned}$$

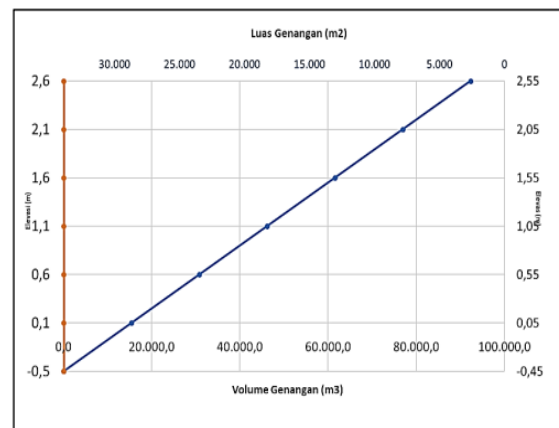
4.10. Perhitungan Dimensi Boezem

Karena sub DAS Berantas dibagi, maka volume limpasannya dijumlahkan.

$$\begin{aligned} \text{Vatas} &= C \cdot R \cdot A \\ &= 0,56 \cdot (161,107/1000) \cdot (0,972 \cdot 10^6) \\ &= 85.342 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vbawah} &= C \cdot R \cdot A \\ &= 0,6 \cdot (161,107/1000) \cdot (0,051 \cdot 10^6) \\ &= 4.956 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vtotal} &= \text{Vatas} + \text{Vbawah} \\ &= 92.286 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 4. Double Mass Curve Boezem R10
Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.11. Perhitungan Banjir (Flood Routing)

Untuk menghitung flood routing, harus menghitung hubungan antara elevasi, tinggi air, dan tampungan boezem. Direncanakan :

$$\Delta t = 15 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} = 900/1000 = 0,9 \text{ detik}$$

Dengan debit inflow sesuai dengan tabel 4.17 dengan superposisi.

$$T_d = 4 \text{ jam} = 240 \text{ menit.}$$

Menurut hasil routing yang tercantum pada lampiran, berikut grafik dari routing menggunakan R10 dengan debit keluar menggunakan pompa 1,07 m³/detik.

4.12. Perhitungan Pompa Air

Dari hasil routing, dengan merencanakan jumlah pompa yang digunakan, pompa yang dibutuhkan untuk operasional boezem sebanyak 2 pompa. Dengan volume mati boezem = 20.510 m³ dengan $H = 1,00$ meter.

Tabel 7. Jam dan Jumlah Pompa yang digunakan untuk R10

Rentang Waktu (jam)	Jumlah Pompa yang aktif
0.00 – 1.00	0
1.00 – 7.00	2
7.00 – 11.15	1
11.15 – 24.00	0

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

4.13. Perhitungan Pintu Air

Pada saat pintu diturunkan Direncanakan panjang stang (L)

$$L = H_{tot} - H_p + 0,5$$

$$= 2,0 - 0,5 + 0,5$$

$$= 2,00 \text{ m}$$

$$\text{Str} = W - G$$

$$= -71,28 \text{ kg}$$

$$= 71,28 \text{ kg}$$

Karena nilai Str = - (minus), maka :

$$\text{Str} = \frac{\pi^2 E I}{(Lk)^2}$$

$$= \frac{1015847 D^4}{20000}$$

$$= \frac{71,28 \cdot (20000)}{1015847} = D^4$$

$$D_2 = 1,1 \text{ cm} < D_{\min} \text{ stang} = 6 \text{ cm}$$

Diameter yang dipakai = 6 cm

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil perhitungan yang telah dilakukan mulai dari analisa hidrologi, perencanaan dimensi boezem, pompa dan pintu air, sampai penelusuran banjir, dapat disimpulkan hasil akhir sebagai berikut :

1. Debit banjir rencana pada perencanaan Boezem Tunggulwulung Kota Malang sebesar 9,40 m³/detik
2. Dimensi Boezem, Pompa, dan Pintu Air
Luas Boezem (A) = 20.510 m²
Kedalaman Boezem (H) = 4,5 meter
Pompa yang dibutuhkan: sebanyak 2 unit, dengan kapasitas masing-masing 1,07 m³/detik
Pintu air (bahan baja) untuk pembuangan secara gravitasi: sebanyak 2 buah, dengan dimensi baru:
Lebar pintu (b) = 1,2 meter
Tinggi pintu (h) = 0,8 meter
Tebal pintu (t) = 0,6 cm

3. Untuk mencapai kerja optimal dari Boezem Tunggulwulung, sistem pengoperasian dilakukan sebagai berikut:

Jika elevasi air di hilir lebih tinggi dari elevasi boezem, maka air dibuang menggunakan pompa dan Jika elevasi air di hilir lebih rendah, maka air dibuang secara gravitasi melalui pintu air.

5.2 Saran

1. Pemilihan data curah hujan yang akurat sangat penting untuk mengurangi potensi kesalahan dalam analisis distribusi hujan.
2. Perawatan berkala terhadap boezem dan sistem pompa diperlukan guna memastikan aliran pembuangan air berjalan lancar.
3. Peninjauan teknis terhadap operator pintu air dan pompa sangat diperlukan untuk menjamin sistem berfungsi dengan optimal.
4. Penetapan lokasi pembangunan serta detail desain harus dilakukan secara cermat agar perencanaan menjadi efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Y. A. Pratama, E. Noerhayati, Dan W. Warsito, "Analisis Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Sukun Menggunakan Program Aplikasi Arcgis," *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 9, No. 2, Hlm. 123–130, 2021.
- [2] "(Pdf) Studi Perencanaan Bangunan Pelengkap Pada Boezem Di Kelurahan Blimbing Kota Malang," *Researchgate*, Doi: 10.21776/Ub.Jtresda.2021.001.02.01.
- [3] N. H. Erwanto, E. Yulianti, Dan S. Surbakti, "Perencanaan Boezem Dan Pompa Dalam Penangan Banjir Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur," 2021.
- [4] H. Purnomo, "Perencanaan Boezem Sebagai Bangunan Pengendali Banjir Di Daerah Jl. Sentosa Kel. Sungai Pinang Dalam Samarinda," *Kurva S: Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Sipil*, Vol. 9, No. 1, Hlm. 1–17, 2021.
- [5] B. Kamulyan, "Perkiraan Kebutuhan Air," *Jurusan Sipil Fakultas Teknik Gajah Mada, Yogyakarta*, 2000.
- [6] A. Efendi, "Studi Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Di Kecamatan Candi Kota Sidoarjo Menggunakan Program Aplikasi Arcgis," 2023.
- [7] A. W. C. Prima, "Studi Perencanaan Jaringan Pipa Distribusi Sistem Penyediaan Air Minum (Spam) Di Kecamatan Gedangan Kabupaten Malang Menggunakan Aplikasi Watercad V8i," 2023.

- [8] N. Azizah, "Studi Evaluasi Pola Operasi Embung Talang Abang Garum Kabupaten Blitar Untuk Kebutuhan Irigasi Pertanian," 2023.
- [9] E. Novisaputri, "Studi Evaluasi Pemanfaatan Air Embung Jambesari Untuk Air Irigasi Desa Sumberjambe Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang," 2022.
- [10] B. Budiman, B. Suprpto, Dan A. Rachmawati, "Studi Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Sukomanunggal Kota Surabaya," *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 10, No. 3, Hlm. 80–90, 2021.