

Evaluasi Kapasitas Eksisting Tandon Air Bersih di Desa Wringinsongo, Kabupaten Malang

Winda Harsanti¹, Ikrar Hanggara², Wahiddin³, Nain Dhaniarti Raharjo⁴, Agustin Dita Lestari⁵, Kharisma Nur Cahyani⁶

¹ Politeknik Negeri Malang, winda.harsanti@polinema.ac.id

² Politeknik Negeri Malang, i.hanggara@polinema.ac.id

³ Politeknik Negeri Malang, wahiddin@polinema.ac.id

⁴ Politeknik Negeri Malang, nainraharjo@polinema.ac.id

⁵ Politeknik Negeri Malang, agustinditalestari89@gmail.com

⁶ Politeknik Negeri Malang, kharismanurcahyono@polinema.ac.id

Kata Kunci:	ABSTRAK
Defisit Eksisting Kapasitas Tandon	Desa Wringinsongo merupakan salah satu desa yang berlokasi di Kecamatan Tumpang, Kabupaten Malang. Desa ini memiliki sumber daya air dengan debit yang memadai yang saat ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih dan tenaga listrik skala mikro. Di desa ini juga sudah memiliki tandon air bersih yang berkapasitas 32 m ³ . Namun dengan kapasitas ini belum mampu menampung debit kebutuhan warga, sehingga kapasitas tandon harus diperbesar. Oleh karena itu pada kegiatan pengabdian ini akan dilakukan evaluasi kapasitas eksisting volume air yang tersedia untuk memberikan rekomendasi pemenuhan kebutuhan air bersih di desa. Berdasarkan perhitungan kebutuhan air pada jam puncak, besarnya debit kebutuhan air sebesar 4,949 lt/detik. Dengan menggunakan pompa eksisting yang dapat memompa air sebesar 3 lt/detik, maka defisit air yang terjadi selama operasional sebesar 217,3 m ³ . Untuk memenuhi kebutuhan air pada masa defisit air tersebut, maka dimensi tandon yang dibutuhkan sebesar 7 m × 7 m × 5 m.
Key Word:	ABSTRACT
Deficit Exist Capacity Reservoir	<i>Desa Wringinsongo is a village in Tumpang Sub District in Malang Regency. This village has a water source with enough discharge which functions as a freshwater source and water electricity on a micro scale. This village has a reservoir of 32 m³ capacity. But this reservoir is not enough to store the water for residents so this capacity must be added. Based on the water needed calculation in peak hour, the discharge needed for residents is 4.949 lt/sec. Using an existing pump which can lift the water in 3 lt/sec, deficit water during operation is 217.3 m³. To fulfil the water needed during deficit time, the dimension needed is 7 m × 7 m × 5 m.</i>

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Tumpang merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kabupaten Malang, dengan luas total mencapai 72,09 km² yang terbagi dalam 15 desa. Salah satu desa yang ada di kecamatan ini adalah Desa Wringinsongo. Di desa ini terdapat sumber air dengan debit yang memadai yang saat ini dimanfaatkan untuk sumber air bersih dan pembangkit listrik skala mikro (Moentamaria et al., 2022). Untuk keperluan air bersih, desa ini sudah memiliki tandon air penyimpanan yang kemudian airnya didistribusikan ke warga menggunakan pipa distribusi. Dimensi tandon penyimpanan air eksisting berukuran 4 m × 4 m × 2 m yang memiliki volume tampungan sebesar 32 m³ dan dilengkapi dengan pompa air yang mampu mengalirkan air sebesar 3 lt/detik. Dengan adanya fasilitas ini, warga masih belum mendapatkan aliran air bersih yang memadai. Penurunan kuantitas dan kualitas air dapat menimbulkan permasalahan lingkungan (Nurrohmah & Cahyadi, 2016).

Permasalahan yang dimungkinkan terjadi pada Desa Wringinsongo adalah tidak sebangunnya antara debit air yang masuk ke tandon air dengan yang keluar dari tandon air, sehingga *input* lebih kecil dari *output*, dimana kondisi ini umumnya terjadi pada jam puncak penggunaan air, yaitu pada pagi dan sore hari. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi tidak memadainya air untuk masyarakat, sedangkan sumber air yang tersedia cukup banyak, adalah dengan mengevaluasi kapasitas tandon. Hal ini dapat dilakukan dengan menghitung besarnya kebutuhan air baik kebutuhan domestik maupun non domestik dan membandingkan dengan debit andalan yang tersedia di sumber air.

Perhitungan debit tersedia dilakukan dengan menggunakan metode area untuk mengukur luas penampangnya dan untuk kecepatan aliran diukur dengan menggunakan *current meter*. Metode pengukuran menggunakan *current meter* adalah (Yumico, 2010):

- a) Mengukur lebar air yang akan dilakukan pengukuran kemudian dibagi menjadi beberapa bagian
- b) Mengukur kedalaman air di tiap bagian lebar yang sudah diukur
- c) Mengukur kecepatan aliran menggunakan *current meter* di tiap bagian lebar air

Untuk mendapatkan besarnya debit aliran, maka akan dilakukan dengan mengalikan lebar dan ketinggian air pada penampang yang diukur dengan kecepatan aliran hasil pengukuran. Hasil dari pengukuran debit ini akan dibandingkan dengan besarnya debit kebutuhan masyarakat setempat. Perhitungan debit kebutuhan diawali dengan menghitung proyeksi jumlah penduduk. Perhitungan ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode matematik dengan menggunakan beberapa model, yaitu model aritmatika, geometrik, dan eksponensial (Eka Putra et al., 2017). Dari hasil perhitungan tersebut akan dilakukan perhitungan kebutuhan air.

Kebutuhan air dilakukan untuk kebutuhan domestik dan non domestik. Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air untuk memenuhi kebutuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga (Wahyuni & Junianto, 2017). Sedangkan untuk kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air yang digunakan untuk pemenuhan kebutuhan institusi, kebutuhan untuk komersial dan industri, serta kebutuhan fasilitas umum lainnya. Selain kebutuhan air domestik dan non domestik, dalam perhitungan kebutuhan air juga mempertimbangkan faktor kehilangan air. Kehilangan air ini disebabkan oleh (Salilama et al., 2020):

- a) Kebocoran akibat aktifitas manusia, seperti akibat adanya perbaikan jalan yang mengakibatkan pecahnya pipa air
- b) Pencurian pada beberapa tempat
- c) Kerusakan pada peralatan instalasi seperti kerusakan pipa akibat korosi.
- d) Dari ketersediaan dan kebutuhan air ini akan dibandingkan sehingga akan diketahui apakah pada jam-jam tertentu terjadi kebutuhan air lebih besar dari air yang tersedia yang dapat mengakibatkan defisit air. Volume kekurangan air ini yang akan menjadi dasar penentuan volume tandon air bersih.

Upaya berikutnya adalah dengan membuat simulasi penggunaan air dalam satu hari kemudian membandingkan dengan air yang diambil dari sumber ke tandon air. Dari simulasi ini akan diketahui pada jam berapa saja jumlah air yang dikeluarkan lebih besar dari air yang dimasukkan dari sumber menuju tandon. Apabila air yang dikeluarkan jauh melebihi yang dimasukkan, maka kapasitas tandon harus ditambah agar volume penyimpanan air dapat bertambah sesuai dengan yang dibutuhkan.

2 METODE PENERAPAN

Metode kegiatan pengabdian dilakukan dalam beberapa tahap, diantaranya dijelaskan sebagai berikut.

2.1 Survey Eksisting Volume Tandon

Tahap pertama yang dilakukan dimulai dengan melakukan survey eksisting volume tandon air bersih. Survey ini dilakukan dengan cara penghitungan ukuran tandon dan volume air yang tersedia.

2.2 Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit dilakukan menggunakan metode area dengan urutan kegiatannya seperti diuraikan berikut ini:

1. Bentangkan benang pada lokasi dengan posisi tegak lurus arah arus air
2. Menentukan titik pengukuran dan beri tanda pada masing-masing titik
3. Baca ketinggian muka air

4. Catat jumlah putaran baling-baling selama interval waktu yang ditentukan
5. Hitung kecepatan rata-rata pada titik pengukuran
6. Hitung luas penampang melintang
7. Hitung debit dengan rumus:

$$Q = A \times V$$

Dengan:

Q : debit (m³/detik)

A : luas penampang (m²)

V : kecepatan (m/detik)

2.3 Proyeksi Penduduk

Penduduk merupakan faktor utama dalam perhitungan kebutuhan air (Hartati, 2021). Jumlah penduduk ini mempengaruhi kuantitas air bersih domestik yang dibutuhkan. Selain itu, kebutuhan air non domestik yang berasal dari fasilitas sosial ekonomi juga dipengaruhi oleh jumlah penduduk. Semakin bertambahnya jumlah penduduk akan meningkatkan permintaan pelayanan air bersih pada faktor non domestik. Perhitungan kebutuhan air diawali dengan menghitung besarnya proyeksi penduduk, yang merupakan perhitungan jumlah penduduk di masa mendatang dengan asumsi arah perkembangan fertilitas, mortalitas, dan migrasi.

Terdapat tiga metode untuk menghitung proyeksi penduduk, yaitu metode aritmatika, geometrik, dan eksponensial. Pada tulisan ini, proyeksi penduduk dihitung menggunakan metode geometrik. Metode ini merupakan salah satu metode perhitungan proyeksi penduduk yang menggunakan rumus bunga berganda dan berasumsi jumlah penduduk bertambah secara geometrik. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

$$P_t = P_o (1+r)^n$$

$$r = \frac{P_t^{1/n}}{P_o} - 1$$

Dengan:

P_t : Jumlah penduduk pada akhir periode t (orang)

P_o : Jumlah penduduk pada awal periode t (orang)

r : Tingkat pertumbuhan penduduk

n : Jangka waktu/ tahun proyeksi

2.4 Kebutuhan Air Bersih

Dalam perencanaan air bersih, kebutuhan air terdiri dari kebutuhan air domestik, kebutuhan non domestik dan kebocoran pipa.

$$Q \text{ kebutuhan rata-rata} = Q_d + Q_{nd} + \text{Kehilangan air}$$

Dengan:

Q_d : Kebutuhan air domestik (lt/hari)

Q_{nd} : Kebutuhan air non domestik (lt/hari)

Untuk standar kebutuhan domestik berdasarkan jumlah orang pada beberapa kategori diberikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Standar kebutuhan air domestik

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan air bersih (L/O/H)
1.	Kota Besar	> 1.000.000	250
2.	Kota Kecil	< 1.000.000	150
3.	Pedesaan		100
4.	Keran umum		30

Sumber: (BSN, 2002)

Untuk standar kebutuhan air non domestik untuk beberapa fasilitas umum diberikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Standar kebutuhan air non domestik

Jenis Pemakaian	Standar	Standar Terpilih	Satuan
Non Domestik			
Hidran kebakaran	5	-	% kebutuhan domestik
Sekolah	10	-	1/murid/hr
Kantor	10	-	1/pegawai/hr
Tempat ibadah	2	-	-
Industri	0,4 - 1	0,7	1/det/hr
Komersial			
Terminal/Stasiun bis	3	-	1/penumpang/hr
Sarana Kesehatan			
Rumah sakit	300	-	1/liter/hr
Pariwisata			
Hotel	90	-	1/liter/hr
Pertanian	1	-	1/liter/hr
Perikanan (tambak)	3,91 - 5,91	4,91	1/liter/hr

Jenis Pemakaian	Standar	Standar Terpilih	Satuan
Peternakan			
Sapi	40	-	1/ekor/hr
Kerbau	40	-	1/ekor/hr

Sumber: (BSN, 2002)

Untuk besarnya hilang air dapat dihitung berdasarkan data di lapangan atau dapat ditetapkan 15% dari total kebutuhan rata-rata harian. kebutuhan harian rata-rata merupakan jumlah total dari kebutuhan domestik dan non domestik.

2.5 Kebutuhan Air Pada Jam Puncak

Pemakaian air bersih dapat berubah karena aktivitas masyarakat dan perubahan musim. Kebutuhan air jam puncak, atau peak hour, adalah jumlah air yang dibutuhkan selama jam-jam tertentu sepanjang hari yang melebihi kebutuhan air rata-rata. Ini dihitung dengan mengalikan kebutuhan air total dengan 1,15 hingga 3,00.

2.6 Tandon Air

Tandon air menampung atau menyimpan air baku dari hasil pengolahan atau langsung dari sumber mata air sebelum diberikan kepada masyarakat. Penampungan ini juga dapat digunakan untuk pengambilan air langsung. Bangunan ini juga memiliki fungsi untuk menangani masalah peningkatan konsumsi air, mempertimbangkan jumlah air yang diperlukan untuk pemadam kebakaran dan lamanya pemompaan, dan merupakan bagian dari manajemen distribusi air dengan meningkatkan mutu air melalui proses pengendapan. Tandon air dapat dibuat dari bak plastik, pasangan bata, atau beton cor sesuai dengan kondisi. Perhitungan dimensi bangunan ini biasanya menggunakan fluktuasi debit air.

Berdasarkan jenisnya, tandon air dikelompokkan menjadi dua, yaitu tandon pelayanan dan tandon penyeimbang. Faktor yang menentukan Volume tandon pelayanan (*reservoir*) dihitung berdasarkan:

- Debit air maksimum yang dibutuhkan untuk ditampung saat pemakaian air minimum ditambah volume air yang harus tersedia saat jam puncak karena adanya fluktuasi pemakaian air di wilayah pelayanan dan periode pengisian tandon
- Pencadangan air untuk kebutuhan pemadam kebakaran kota sesuai dengan peraturan yang berlaku
- Kebutuhan air khusus, yaitu pengurusan tandon, taman dan peristiwa khusus.

Volume efektif tandon penyeimbang (*balance reservoir*) ditentukan berdasarkan keseimbangan aliran keluar dan aliran masuk tandon selama pemakaian air di daerah pelayanan. Sistem pengisian tandon dapat dengan sistem pompa maupun gravitasi. Sedangkan suplai air ke konsumen dilakukan secara gravitasi. Metode perhitungan volume efektif tandon dapat dilakukan melalui cara-cara sebagai berikut:

a) Tabulasi

Cara menghitung tabulasi dilakukan untuk mencari nilai volume efektif dengan membandingkan fluktuasi pemakaian dan suplai air ke tandon antara nilai terbesar positif (m^3) dan nilai terbesar negatif (m^3). Hasil dari perhitungan nilai kumulatif tersebut disajikan dalam bentuk tabel.

b) Metode kurva masa

Mencari nilai Volume efektif dihitung dengan menjumlah persentase akumulasi pemakaian air surplus terbesar dengan akumulasi defisit pemakaian air terbesar dari total akumulasi aliran air ke tandon (aliran air ke tandon selama 24 jam).

c) Menghitung Persentase

Persentase Volume efektif dihitung dari kebutuhan air per hari minimal 15%. Menghitung volume efektif dengan persentase tergantung pada kebiasaan yang dilakukan saat penggunaan air dengan tandon tiap harinya.

3 HASIL

Hasil yang didapatkan dari kegiatan ini meliputi hasil dari pengukuran kebutuhan air, debit aliran air, dan kapasitas kebutuhan tandon. Selengkapnya akan dijelaskan berikut.

3.1 Debit Aliran

Sumber air yang digunakan untuk menghitung sample kebutuhan air bersih di Desa Wringinsongo berasal dari mata air Sumber Ringin. Sumber Mata air di Sumber Ringin menjadi sumber utama sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan air bersih bagi warga desa. Mata air di sini selalu tersedia baik saat musim hujan maupun musim kemarau. Pengukuran debit air tersedia dilakukan dengan menggunakan metode area dan menggunakan *Current Meter* untuk mengukur kecepatan aliran, dengan membagi area menjadi 4 penampang yaitu di bagian hulu dan hilir masing-masing 2 penampang. Hasil dari pengukuran dan perhitungan debit pada Sumber Ringin diberikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Debit air di Sumber Ringin

Penampang	Luas Penampang (m^2)	Kecepatan Aliran (m/dt)	Debit Aliran (m^3/dt)
1	0,345	0,125	0,043
2	0,313	0,184	0,058
3	0,083	0,549	0,046
4	0,114	0,424	0,048

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan di atas, didapatkan nilai debit terbesar sebesar $0,058 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan debit terkecil sebesar $0,043 \text{ m}^3/\text{dt}$. Untuk besarnya nilai debit andalan yang akan digunakan pada perhitungan selanjutnya dipilih nilai debit yang terkecil dimana nilai terkecil ini memiliki peluang terjadi yang terbesar yaitu debit dengan nilai $0,043 \text{ m}^3/\text{dt}$.

3.2 Rata-rata Kebutuhan Air

Kebutuhan air domestik dan non domestik merupakan kebutuhan air yang diperlukan oleh Warga desa Wringinsongo. Debit Kebutuhan air tergantung dari banyaknya jumlah penduduk untuk kebutuhan domestik dan kebutuhan untuk fasilitas umum (kebutuhan non domestik) serta standar kebutuhan air untuk masing-masing jenis kebutuhan. Perhitungan kebutuhan air dimulai dari proyeksi jumlah penduduk, perhitungan kebutuhan air domestik serta pada jam puncak, penghitungan kehilangan air, serta perhitungan kebutuhan air non domestik.

Proyeksi jumlah penduduk direncanakan untuk tahun 2037. Untuk melakukan proyeksi tersebut, menggunakan Data jumlah penduduk dari 10 tahun sebelumnya yaitu tahun 2012-2021 yang diambil dari data BPS Kabupaten Malang. Berdasarkan hasil analisis pertumbuhan penduduk (r) dari tahun 2012- 2021, diperoleh rata-rata pertumbuhan penduduk sebesar 0,008698 yang selanjutnya angka ini akan digunakan dalam menghitung proyeksi jumlah penduduk. Untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk digunakan metode geometrik dimana memberikan hasil jumlah penduduk sebesar 2.846 orang pada tahun 2037.

Berdasarkan jumlah penduduk hasil proyeksi tersebut, air yang dibutuhkan untuk domestik sebesar 256.152,525 l/hari atau 2,9647 l/detik. Adapun untuk fasilitas umum dan sosial juga diperhitungkan untuk mengetahui besarnya kebutuhan air pada faktor non domestik. Di Desa Wringinsongo terdapat fasilitas umum dan sosial yang meliputi sekolah, tempat ibadah, dan pariwisata. Dari ketiga sektor tersebut, membutuhkan air sebesar 38.705,304 lt/hari atau 0,7497 lt/detik. Dari penghitungan tersebut diperoleh kebutuhan air total domestik dan non domestik sebesar 3,7144 lt/detik. Apabila memperhitungkan faktor kebocoran air juga, maka total kebutuhan air adalah sebesar 4,3034 lt/detik.

3.3 Kebutuhan Air Jam Puncak

Besaran pemakaian air dalam satu hari yang melebihi kebutuhan air rata-rata per hari adalah Kebutuhan air Jam Puncak. Besarnya air yang dibutuhkan pada jam puncak sebesar 1,15 kali dari kebutuhan air total. Sehingga didapatkan besarnya kebutuhan pada jam puncak sebesar 4,949 lt/detik. Dengan membandingkan ketersediaan air terkecil yaitu sebesar $0,043 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau 43 lt/detik, maka air dari Sumber Wringinsongo dapat memenuhi air yang dibutuhkan oleh warga Desa Wringinsongo hingga tahun terproyeksi.

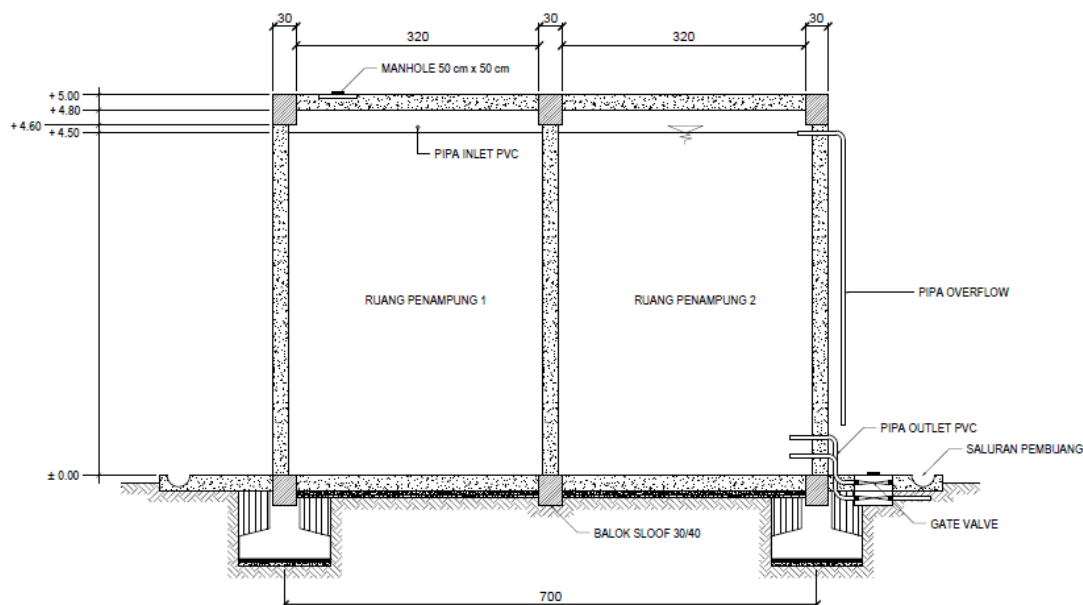
3.4 Evaluasi Kapasitas Tandon Eksisting

Evaluasi kapasitas tandon eksisting dilakukan untuk mengetahui tingkat kecukupan volume tandon yang tersedia untuk pemenuhan air warga, terutama saat jam puncak. Ketersediaan air yang digunakan sebagai air yang masuk ke tandon sebesar 3 lt/detik (10.800 lt/jam) sesuai dengan kapasitas pompa yang tersedia dan direncanakan pompa dioperasikan selama 24 jam. Sedangkan kebutuhan air digunakan sebesar 4,949 lt/detik (17.816,236 lt/jam) sesuai dengan hasil perhitungan kebutuhan air pada jam puncak. Perhitungan tandon dilakukan dengan menggunakan metode tabulasi. Berikut tabel hasil menghitung debit air yang mengalir ke tandon dan yang keluar dari tandon,

Tabel 4. Evaluasi kapasitas tandon eksisting

Jam	Supply Air (liter)	Pemakaian faktor	liter	Surplus Air (liter)	Defisit (liter)
00.00 - 01.00	10800,00			10800,00	
01.00 - 02.00	10800,00			10800,00	
02.00 - 03.00	10800,00			10800,00	
03.00 - 04.00	10800,00	0,50	8908,12	1891,88	
04.00 - 05.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
05.00 - 06.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
06.00 - 07.00	10800,00	2,00	35632,47		-24832,47
07.00 - 08.00	10800,00	2,00	35632,47		-24832,47
08.00 - 09.00	10800,00	2,00	35632,47		-24832,47
09.00 - 10.00	10800,00	1,50	26724,35		-15924,35
10.00 - 11.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
11.00 - 12.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
12.00 - 13.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
13.00 - 14.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
14.00 - 15.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
15.00 - 16.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
16.00 - 17.00	10800,00	2,00	35632,47		-24832,47
17.00 - 18.00	10800,00	2,00	35632,47		-24832,47
18.00 - 19.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
19.00 - 20.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
20.00 - 21.00	10800,00	1,00	17816,24		-7016,24
21.00 - 22.00	10800,00	0,50	8908,12	1891,88	
22.00 - 23.00	10800,00	0,50	8908,12	1891,88	
23.00 - 00.00	10800,00			10800,00	

Berdasarkan simulasi di atas, diketahui bahwa defisit air terjadi selama 17 jam, dengan total defisit sebesar 217.265,315 liter atau 217,27 m³. Dengan kapasitas eksisting sebesar 32 m³, maka volume tandon saat ini tidak mencukupi kebutuhan. Hal ini yang mengakibatkan terjadinya kekurangan air di Desa Wringinsongo, yaitu kurangnya volume tandon yang tersedia. Apabila pompa yang digunakan tetap menggunakan kapasitas 3 lt/detik, maka volume tandon yang harus tersedia harus mampu menampung air sebesar 217,3 m³. Dengan volume sebesar ini, maka dimensi tandon yang dibutuhkan adalah 7 m × 7 m × 4,5 m dengan kapasitas maksimum sebesar 217,27 m³. Untuk menjaga keamanan dan menyediakan tinggi jagaan yang cukup maka tinggi tandon ditambah 0,5 m sehingga dimensi tandon yang dibutuhkan sebesar 7 m × 7 m × 5 m.



Gambar 1. Rencana tandon

4 KESIMPULAN

Setelah dilakukan penghitungan dan berdasarkan hasil analisa yang dilakukan pada kapasitas eksisting tandon didapatkan hasil bahwa tandon hanya mampu menampung debit air sebesar 32 m³. Dengan debit yang dialirkan dari sumber sebesar 3 lt/detik, untuk memenuhi kebutuhan air warga di Desa Wringinsongo pada kebutuhan jam puncak, terdapat kekurangan air selama 17 jam. Besarnya kekurangan air total selama masa defisit sebesar 217,3 m³. Dengan jumlah volume kebutuhan sebesar ini, maka volume tandon yang harus disediakan sebesar 7 m × 7 m × 5 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan atas dukungan finansial yang diberikan oleh Politeknik Negeri Malang sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat dapat berjalan dan mencapai luaran yang dijanjikan.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2002). Standar Nasional Indonesia No. 19-6728.1-2002 Penyusunan Neraca Sumber Daya - Bagian 1: Sumber Daya Air Spasial. *Badan Standardisasi Nasional (BSN)*, ICS 13.060, 10.
- Eka Putra, I., Sulaiman, S., & Galsha, A. (2017). *Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC*. 34–39. <https://doi.org/10.21063/pimimd4.2017.34-39>
- Hartati, G. (2021). Volume 05 No. 01 - APRIL, 2021. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Pada Jaringan Distribusi Air Dengan Metode Aritmatik*, 05(01). <https://ojs.unigal.ac.id/index.php/jalusi/article/view/2428/1856>
- Moentamaria, D., Chrisnandari, R. D., Ariani, & Sjaifullah, A. (2022). Edukasi Potensi Air Sumber Menjadi Air Minum Dalam Kemasan Desa Wringinsongo Tumpang. *Jurnal Pengabdian Polinema Kepada Masyarakat*, 9(1), 58–62. <https://doi.org/10.33795/jppkm.v9i1.135>
- Salilama, A., Ahmad, D., Madjowa, N. F., Tinggi, S., Administrasi, I., & Taruna, B. (2020). Analisis Kebutuhan Air Bersih (PDAM) di Wilayah Kota Gorontalo Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Bina Taruna Gorontalo. *RADIAL- Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa Dan Teknologi*, 6(2), 102–114. <https://stitek-binataruna.e-journal.id/radial/article/view/169>
- Wahyuni, A., & Junianto. (2017). Analisa Kebutuhan Air Bersih Kota Batam Pada Tahun 2025. *Tapak*, 6(2), 116–126.
- Yumico, D. (2010). Tenologi Pengambilan Air Laut Dengan Bangunan Sumur Berpori Padawilayah Berpasir Di Pesisir Pantai Bengkulu. *Jurnal Teknik Sipil Inersia*, 1(2), 20–24.
- Cahyadi, Ahmad & Nurrohmah, Habibah. (2017). Analisis Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik dengan Airtanah di Daerah Aliran Sungai Kayangan Kabupaten Kulonprogo. 10.31227/osf.io/rqp3f.