

Perencanaan Sistem Penampungan Mata Air dan Sistem Pemompaan Transmisi Air Bersih di Komplek Pesantren Bayt Al-Quds Soreang

**Muhammad Ridwan¹, Dimas Muhammad Rifqi¹, Muhammad Pramuda Nugraha Sirodz¹,
Moh Rangga Sururi²**

¹Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

²Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

email : ridwan@itenas.ac.id

Received 26 November 2022 | Revised 12 Desember 2022 | Accepted 22 Desember 2022

ABSTRAK

Pesantren Bayt Al-Quds merupakan kompleks pesantren yang dekat dengan sumber mata air yang digunakan sebagai kebutuhan air bersih. Komplek terletak di kaki bukit, namun mata air berada di lembah sehingga untuk mendapatkan suplai air bersih diperlukan sistem yang dapat mengalirkan air dari mata air ke reservoir di kompleks. Sistem pompa dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Dalam merencanakan sistem pompa, tahapan yang dilalui meliputi survey lapangan, mengidentifikasi masalah, studi literatur, mengumpulkan data, menganalisa data, merancang sistem mekanis tandon air bersih, perbaikan sistem pompa eksisting, dan dokumentasi hasil. Data primer diperoleh dari hasil survei dan pengukuran secara langsung, sedangkan data sekunder bersumber dari data warga sekitar dan pengurus pondok pesantren Bayt al-Quds serta data penelitian sebelumnya. Kebutuhan debit per hari di kompleks pesantren sebesar 10.165 L/hari dengan debit ketersediaan air sebesar 17.928 L/hari. Kompleks pesantren ini akan menggunakan bangunan penangkap dan penampung mata air dengan kapasitas 10 m³ (2 buah) yang kemudian ditransmisikan ke 2 posisi reservoir. Pompa diperlukan untuk memindahkan air dari penampung ke reservoir menggunakan pompa 1, dengan head 47,10 m, dan pompa 2, dengan head 23,26 m, dan pompa 3 yang hanya digunakan jika ada kerusakan atau sedang dilakukan perawatan.

Kata Kunci: Mata air, Pengumpul, Penampung, Pompa.

ABSTRACT

The Bayt Al-Quds Islamic Boarding School complex is located near water spring that were used for clean water supply. The complex is located at the hillside and the spring is at the valley, therefore it will requires a system that can deliver water from the spring to the reservoir at the complex. A pump system can be used to accommodate the problem. Pump system designing includes field survey, problems identifying, research references, data collecting, data analyzing, reservoir mechanical system design, existing pump repairing, and documentation. Primary data is obtained from survey results and measurements directly, while secondary data is sourced from data from local residents and Bayt al-Quds boarding school administrators as well as data from previous research. The need for discharge per day in the complex amounted to 10,165 L/day with a water availability discharge of 17,928 L/day. This complex will use 2 tubs of spring reservoirs for different purposes, with a capacity of 10 m³ (2 apparatus). of spring reservoirs is 20,000 liters. A pump is needed to move water from the reservoir to the tubs using pump 1st, with a head of 47.10 m, pump 2nd, with a head of 23.26 m, and pump 3rd, which is only used if there is damage or maintenance is being done.

Keywords: Spring Water, broncapture, reservoir, pump.

1. Pendahuluan

Berdasarkan data yang dihimpun oleh BPS disebutkan bahwa capaian akses air bersih kategori layak di Indonesia mencapai 72,55 %, sementara target *Sustainable Development Goals* (SDGs) yakni sebesar 100 %.

Pesantren Bayt Al-Quds merupakan kompleks pesantren yang berada pada wilayah perbukitan di daerah Bandung Selatan. Pesantren ini memiliki sumber mata air di dekatnya. Mata air ini digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di kompleks pesantren ini. Namun lokasi mata air berada di lembah, sedangkan reservoir berada di kaki bukit. Kebutuhan air di kompleks pesantren sebesar 10.165 liter/hari ditransmisikan menggunakan pompa dan ditampung dalam 1 reservoir. Pada kondisi puncak, pompa tidak dapat mengimbangi pengeluaran air dari reservoir. Kebutuhan air dihitung berdasarkan jumlah orang dan kebutuhan air per orang per hari [1] dan kapasitas pompa harus dapat memenuhi kebutuhan penggunaan air [2] oleh karena itu diperlukan sistem pengumpul, penampung dan transmisi air yang dapat memenuhi kebutuhan air di pesantren tersebut. Kualitas air yang akan digunakan pesantren perlu dilakukan *treatment* sehingga dapat digunakan para santri. *Treatment* air dapat menggunakan metode broncaptur [3].

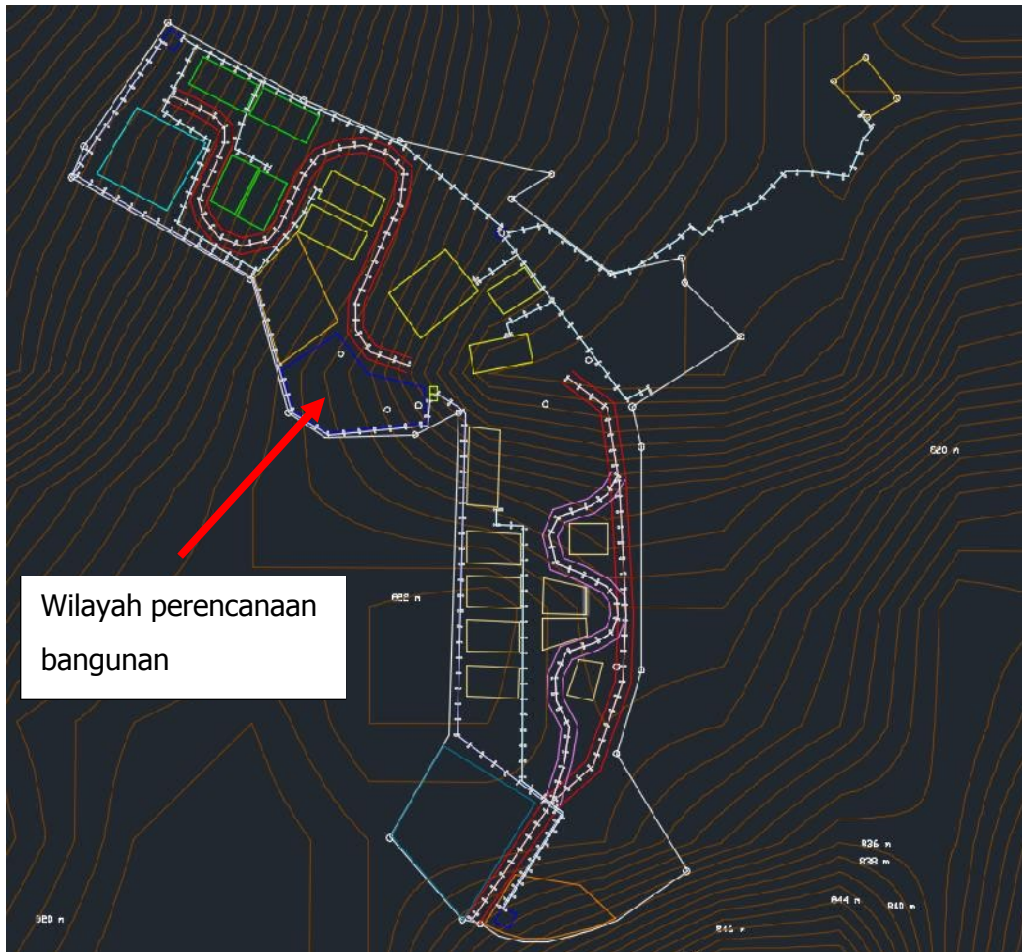
Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penangkap, penampung air dari mata air, dan sistem pemompaan transmisi air ke torren penampung di kompleks pesantren Bayt Al-Quds. Sistem tersebut meliputi sistem broncapture, sistem penampung air, dan sistem pompa. Pada penelitian ini akan ditentukan metode untuk menangkap dan menampung air dari sumber mata air, perencanaan sistem pemompaan yang sesuai dengan kebutuhan.

2. Metodologi

Perencanaan sistem penangkap dan penampung air didahului dengan survei lapangan untuk menentukan lokasi penangkap dan penampung air. Lokasi perencanaan sistem penangkap dan penampungan air bersih ini berada pada titik koordinat GPS (- 7.0185467,107.5047123) seperti yang dapat terlihat pada Gambar 1. Sedangkan layout Komplek Pesantren Bayt Al-Quds dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan Penangkap Mata Air Komplek Pesantren Bayt Al-Quds



Gambar 2. Layout Komplek Pesantren Bayt Al-Quds

Berdasarkan hasil survey lapangan, tinggi jatuh air yang dibutuhkan untuk menaikkan air dari penampung ke torren adalah sebesar 38 m untuk torren 1 dan 13 m untuk torren 2.

Untuk proyeksi kebutuhan air ditentukan berdasarkan kebutuhan domestik dan non domestik. Kebutuhan domestik ini mengacu berdasarkan standar [4], sedangkan kebutuhan non domestik menggunakan standar SNI 03-7065-2005 ataupun menggunakan standar pemakaian air menurut [4].

Perhitungan kebutuhan air menggunakan rumus dan data sebagai berikut :

$$Q_d = (Q_1 + Q_{ph}) \quad (1)$$

Dimana kebutuhan *Peak Hour* dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Q_{ph} = 1,5 \times \text{Kebutuhan air rata - rata} \quad (2)$$

Dari hasil proyeksi kebutuhan air tersebut, kemudian dilanjutkan dengan pemilihan tipe penangkap mata air dimana pada penelitian ini mengacu pada standar [4]. Setelah itu, pembangunan bak penampung diperhitungkan berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu debit terkecil mata air, waktu pemakaian air dan besar pemakaiannya, waktu pemakaian berkisar antara 8 sampai 12 jam dalam satu hari, serta mengasumsikan jumlah kebutuhan air sebesar 30-60 liter setiap orang dalam satu hari.

Penentuan kapasitas pompa dilakukan dengan menentukan headloss dari sistem pemipaan yang

direncanakan. Dalam menentukan headloss digunakan perhitungan manual dan simulasi menggunakan aplikasi EPANET. Perhitungan pentransmision Torren 1 & 2 diawali dengan menghitung diameter pipa menggunakan rumus berikut [5] :

$$D_{pipa} = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V}} \quad (3)$$

Selanjutnya mencari kecepatan fluida dengan rumus sebagai berikut:

$$V_s = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (4)$$

Selanjutnya mencari *Headloss Mayor Suction* dengan rumus sebagai berikut:

$$f \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (5)$$

Nilai f dapat dicari dengan mengetahui nilai Re dan melihat pada diagram moody, Nilai Re dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$Re = \frac{\rho \cdot V_s \cdot D_i}{\mu} \quad (6)$$

Kemudian mencari *Headloss Minor Suction* dengan rumus sebagai berikut [6]:

$$HL_{minor} = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (7)$$

$$HL_{suction} = HL_{mayor} + HL_{minor} \quad (8)$$

Kemudian mencari *Headloss Mayor Discharge* dengan rumus sebagai berikut:

$$f \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (9)$$

Selanjutnya mencari *Headloss Minor Discharge* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$HL_{minor} = k \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (10)$$

$$HL_{discharge} = HL_{mayor} + HL_{minor} \quad (11)$$

Kemudian mencari *Head Instalasi* dengan rumus sebagai berikut [7]:

$$H_{total} = h_a + h_p + HL_{total} + \frac{V^2}{2 \cdot g} \quad (12)$$

Berdasarkan kebutuhan debit air, head statik, dan headloss yang ada, maka dapat ditentukan jenis dan spesifikasi pompa yang sesuai.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Proyeksi Penggunaan Air

Debit tersedia pada komplek pesantren ini adalah 0,0833 liter/detik atau sama dengan 17.928 liter/hari. Komplek ini akan menggunakan 2 torren air dimana masing-masing torren digunakan untuk keperluan yang berbeda serta jalur pentransmision yang berbeda. Perhitungan kebutuhan torren [8] dapat terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Torren ke-1

No	Fasilitas	Jumlah	Jumlah Pengguna	Pemakaian Air	Satuan	Q (L/S)
1	Kelas	4	250	10	L/O/H	0,11574
2	Asrama	5	150	120	L/O/H	1,04167
3	Masjid	1	1.000	5	L/O/H	0,05787
4	Mushola	1	100	5	L/O/H	0,00579
5	Rumah Guru	1	5	120	L/O/H	0,00694
6	Wisma	1	100	120	L/O/H	0,13889
7	Parkiran	1	100	10	L/O/H	0,01157
8	Parkiran	1	250	25	L/O/H	0,07234
Total Kebutuhan Debit						1,45081
Debit pada jam puncak (<i>Factor Peak</i>)						2,17622
Kapasitas Torren (Liter/Hari)						7.834,38

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa torren ke-1 harus memiliki kapasitas minimal 7.834,38 liter, sedangkan kebutuhan torren ke-2 dapat terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Torren ke-2

No	Fasilitas	Jumlah	Jumlah Pengguna	Pemakaian Air	Satuan	Q (L/S)
1	Rumah Guru	8	5	120	L/O/H	0,05556
2	Aula	1	150	10	L/O/H	0,01736
3	Parkiran	1	100	10	L/O/H	0,01157
4	Dapur Umum	1	1.000	30	L/O/H	0,34722
Total Kebutuhan Debit						0,43171
Debit pada jam puncak (<i>Factor Peak</i>)						0,64757
Kapasitas Torren (Liter/Hari)						2.331,25

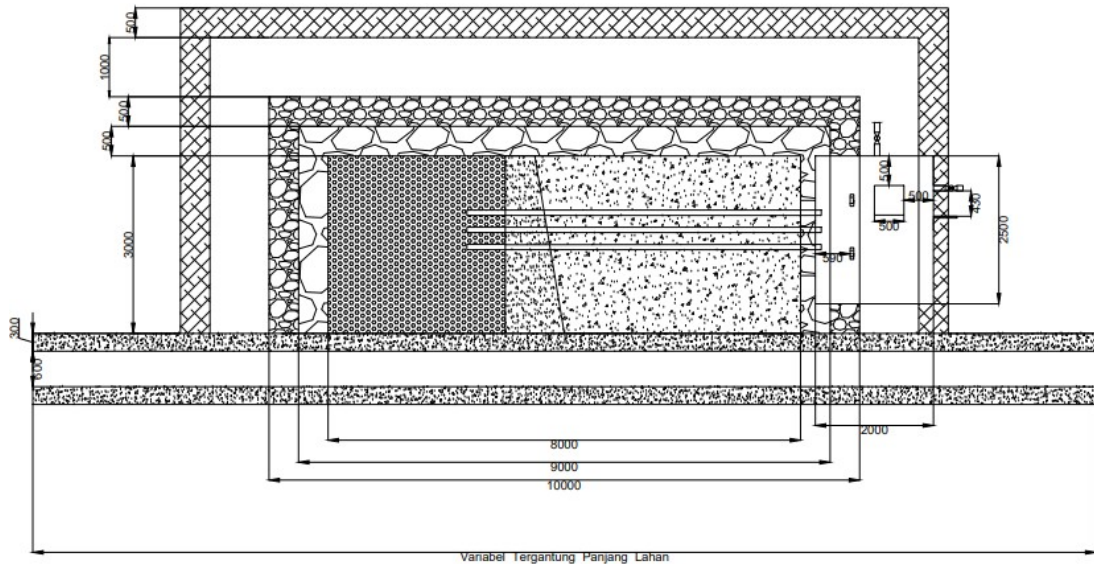
Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa torren ke-2 harus memiliki kapasitas minimal 2.331,25 liter.

3.2. Debit Tersedia dan Debit Kebutuhan

Debit ketersediaan air di Komplek Pesantren Bayt Al-Quds yaitu 0,0833 L/detik atau sama dengan 17.928 L/hari. Kapasitas 2 bak penampung mata air 10 m³ yaitu 20.000 liter. Kebutuhan debit per hari yaitu 10.165 L/hari. Dapat disimpulkan bahwa debit air tersedia sudah memenuhi debit harian yang dibutuhkan oleh Komplek Pesantren Bayt Al-Quds.

3.3. Pemilihan Tipe Penangkap Mata Air

Pemilihan tipe bangunan penangkap mata air didasarkan pada kondisi lapangan, sehingga dipilih tipe IB [9]. Tipe ini cocok untuk kondisi mata air yang ada pada lokasi karena aliran mata air ada beberapa titik dan tipe mata air tersebut adalah artesis tersebar [4]. Perencanaan bangunan penangkap mata air yang dapat terlihat pada Gambar 3.

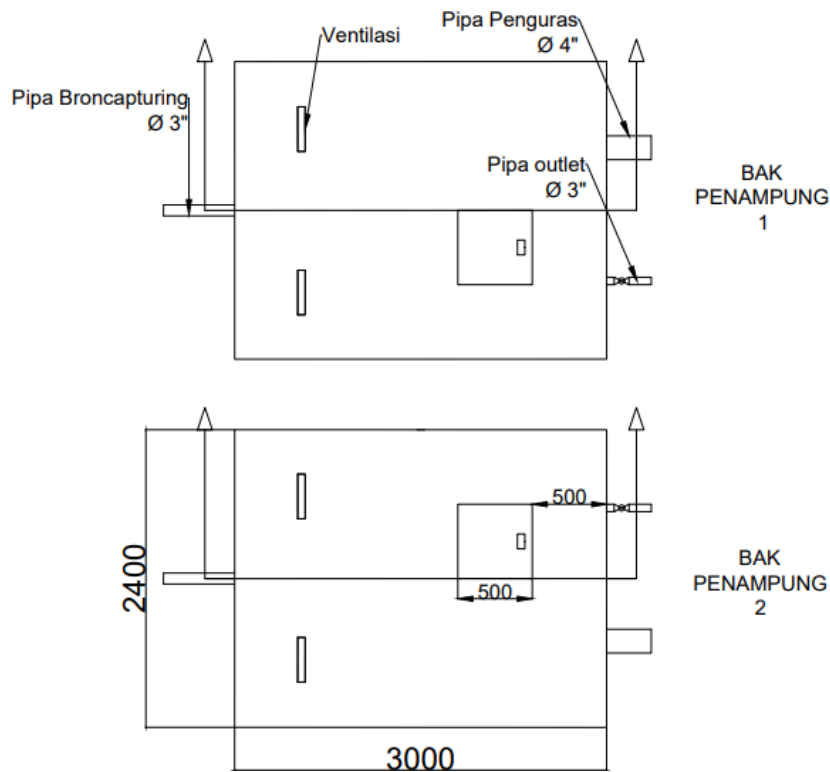


Gambar 3. Dimensi Broncapturing

Berdasarkan hasil perhitungan [10], diperoleh dimensi Broncapturing yaitu dengan Panjang 8 m, lebar 3 m, dan tinggi 1,6 m. Dengan dimensi tersebut, broncapturing dapat menampung air sebanyak 10 m³.

3.4. Bak Penampung

Berdasarkan hasil perhitungan dan beberapa pertimbangan didapatkan bahwa untuk penggunaan 1.000 orang diperlukan 2 bak penampung mata air dengan volume bak penampung 10 m³ dengan dimensi panjang 2,5 meter, lebar 2 meter, dan tinggi 2 meter. Tampak atas bak penampung dapat terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampak Atas Bak Penampung

3.5. Perencanaan Sistem Pemompaan Transmisi Air

Hasil simulasi menggunakan EPANET menyatakan bahwa spesifikasi pompa harus memiliki head minimal sebesar 47,10 meter untuk pompa 1 dan 23,26 meter untuk pompa 2. Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan instalasi secara manual didapatkan hasil yang dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Manual Pentransmisian Torren

No	Uraian	Torren ke-1	Torren ke-2
1	Diameter Pipa yang dibutuhkan	96 mm	52,4 mm
2	Kecepatan Fluida	0,4 m/s	0,4 m/s
3	<i>Headloss Mayor Suction</i>	0,005 m	0,009 m
4	<i>Headloss Minor Suction</i>	0,06 m	0,007 m
5	<i>Headloss Suction</i>	0,28 m	0,016 m
6	<i>Headloss Mayor Discharge</i>	0,22 m	0,92 m
7	<i>Headloss Minor Discharge</i>	0,06 m	0,03 m
8	<i>Headloss Discharge</i>	0,28 m	0,95 m
9	<i>Head Instalasi</i>	38,95 m	13,12 m

Dari Tabel 3 didapatkan data Head Torren ke-1 yaitu 38,95 m dan Head Torren ke-2 yaitu 13,12 m. Data head ini digunakan untuk pemilihan spesifikasi pompa [11] [12]. Data head yang didapatkan dari perhitungan manual dan simulasi pada aplikasi EPANET dapat terlihat pada Tabel 4.

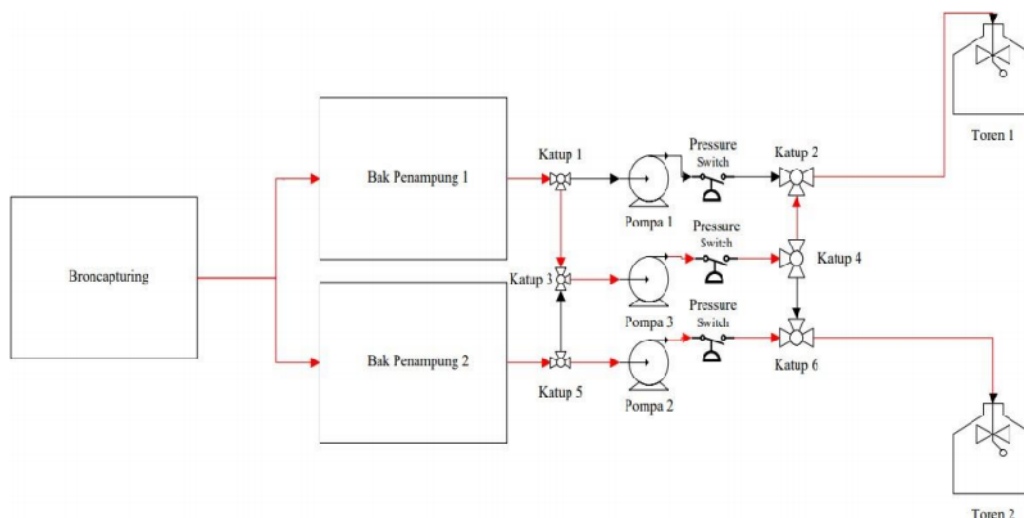
Tabel 4. Data Head Torren ke-1 dan Torren ke-2

No	Uraian	Head	
		Torren ke-1	Torren ke-2
1	EPANET	47,10 m	23,26 m
2	Perhitungan Manual	38,95 m	13,12 m

Dari Tabel 4 didapatkan bahwa Head yang akan digunakan adalah Head terbesar. Pada torren 1 dan torren 2, Head terbesarnya didapatkan dari hasil simulasi aplikasi EPANET. Terdapat perbedaan dari hasil perhitungan secara manual dengan hasil dari aplikasi EPANET, hal tersebut disebabkan adanya perbedaan dalam pengambilan nilai koefisien gesek. Pada perhitungan manual, nilai faktor koefisien gesek diambil pipa halus, sedangkan di EPANET sudah terdapat nilai koefisien gesek khusus untuk material PVC.

Dengan demikian, maka spesifikasi pompa harus memiliki head minimal sebesar 47,10 m untuk pompa 1 dan 23,26 m untuk pompa 2 agar pompa masih dapat beroperasi ketika terjadi penumpukan pengotor pada pipa seiring dengan usia pakai [13] [14].

Adapun instalasi pompa transmisi air dapat dilihat pada Gambar 5 [15] pompa 1 dan pompa 2 adalah pompa utama. Namun apabila terjadi kerusakan/perawatan pada salah satu pompa utama, diperlukan pompa ke-3 [16]. Gambar tersebut mengilustrasikan ketika pompa 1 tidak bekerja, maka dialihkan ke pompa 3. Tanda panah berwarna merah menyatakan arah aliran pipa yang sedang mengalirkan air.



Gambar 5. Instalasi Pompa Transmisi Air [9]

4. Kesimpulan

Sistem penampungan mata air di Komplek Pesantren Bayt Al-Quds akan menggunakan bangunan penangkap mata air (PMA) tipe IB karena tipe mata airnya artesis tersebar. Dengan dimensi penyaring panjang 8 meter, lebar 3 meter, dan tinggi 1,6 meter. Dari bangunan PMA dihubungkan menggunakan pipa 1" secara paralel ke 2 buah bak penampungan dengan kapasitas masing-masing 10 m³. Ukuran bak penampung yang direncanakan memiliki panjang 2,5 meter, lebar 2 meter, dan tinggi 2 meter. Air yang ada pada bak penampung akan ditransmisikan menggunakan pompa untuk mengisi torren ke-1 dan ke-2.

Head pompa yang digunakan berdasarkan hasil simulasi dari aplikasi EPANET. Pompa yang digunakan setiap bak penampung untuk mentransmisikan air ke torren ke-1 dan ke-2 berbeda. Untuk mentransmisikan air dari bak penampung 1 menuju torren ke-1, pompa yang akan digunakan memiliki head maksimum 80 m dengan head ideal 30-56 m dan kapasitas 27-17 L/menit. Spesifikasi tersebut sudah memenuhi kebutuhan head pada jalur pengisian torren ke-1. Untuk mentransmisikan air dari bak penampung 2 menuju torren ke-2, pompa yang akan digunakan memiliki head maksimum 33 m dengan head ideal 10-29 dan kapasitas 17-7 L/menit. Spesifikasi tersebut sudah memenuhi kebutuhan head pada jalur pengisian torren ke-2. Pompa 3 merupakan pompa yang akan digunakan ketika pompa 1 atau 2 mengalami kendala, sehingga pompa ketiga menggunakan spesifikasi pompa dengan head yang paling tinggi dari keduanya, yaitu spesifikasi pompa 1.

Agar mempermudah dalam pentransmisi air dari bak penampung menuju torren. diberikan beberapa opsi otomatisasi pompa, yaitu menggunakan *radar floating switch*, modul otomatis digital, dan sensor kombinasi antara pelampung bola dengan *pressure switch*.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada warga setempat, pengurus pesantren Bayt Al-Quds Soreang dan seluruh pihak yang membantu berpartisipasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sari, N. S. (2017). *Perencanaan ulang instalasi pompa air bersih pada gedung pusat riset ITS Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- [2] Arraddin, M. Dzulfikar. (2021). *Perencanaan Distribusi Air Bersih di Komplek Pesantren Bayt Al-Quds*. (Skripsi Institut Teknologi Nasional Bandung)
- [3] Kustamar, K., & Sudiro, S. (2017). Pembuatan Broncaptur Dan Tandon Air Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Air Bersih Pedesaan. *Prosiding SENIATI*, E33-1.
- [4] Direktorat Cipta Karya. (2007). Modul No. 2.1. Petunjuk Praktis Pembangunan Penangkap Mata Air (PMA). Jakarta.
- [5] Widiyanto, W. (2010). Hitungan Diameter Pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum sederhana. *Dinamika Rekayasa*, 6(1), 26-32.
- [6] Putra, I. E., Sulaiman, S., & Galsha, A. (2017, July). Analisa Rugi Aliran (Head Losses) pada Belokan Pipa PVC. In *Seminar Nasional: Peranan Ipteks Menuju Industri Masa Depan (PIMIMD) 2017*.
- [7] Pamungkas, H. (2011). Analisis Pengaliran Air Dalam Pipa dengan Berbagai Perubahan Penampang pada Suatu Jaringan Pipa.
- [8] Syamsuddin, M. D. N. (2017). *Studi Perencanaan Sistem Penyediaan Air Baku Dan Analisa Harga Air Di Desa Sumber Anyar Kecamatan Mlandingan Situbondo* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [9] UMUM, B. K. (2014). *PERLINDUNGAN MATA AIR*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [10] Adiningrum, C. (2017). Analysis of Spring Development and Gravity Flow System to Capture Water for Local Communities. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 138, p. 06009). EDP Sciences.
- [11] Sularso, H. T. (2014). *Pompa dan kompresor*. PradnyaParamita, Jakarta.
- [12] Ubaedilah, U. (2016). Analisa Kebutuhan Jenis dan Spesifikasi Pompa untuk Suplai Air Bersih di Gedung Kantin Berlantai 3 PT Astra Daihatsu Motor. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(3), 119-127.
- [13] Abdussalam, A., & Latif, A. L. (2018). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Dieng Kejajar Wonosobo. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1156-1164.
- [14] Banunaek, N., & Rumbino, Y. (2020). Penyediaan Jaringan Air Bersih Dari Mata Air Ke Lokasi Pemukiman Di Desa Binafun-Kab. Kupang. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 12-19.
- [15] Rakyat, K. P. (2018). *Buku C Panduan Perencanaan Mekanikal Dan Elektrikal Pada Prasarana IPLT*.
- [16] Suhardiyanto, S. (2016). Perancangan Sistem Plambing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(3), 90-97.