

Perencanaan Sistem Mekanikal Penampungan Mata Air Di Komplek Pesantren Bayt Al-Quds Soreang

Dimas Muhammad Rifqi¹, Muhammad Ridwan¹, Moh Rangga Sururi²

1. Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung
 2. Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Itenas Bandung
- E-mail: dmrifqi@gmail.com

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

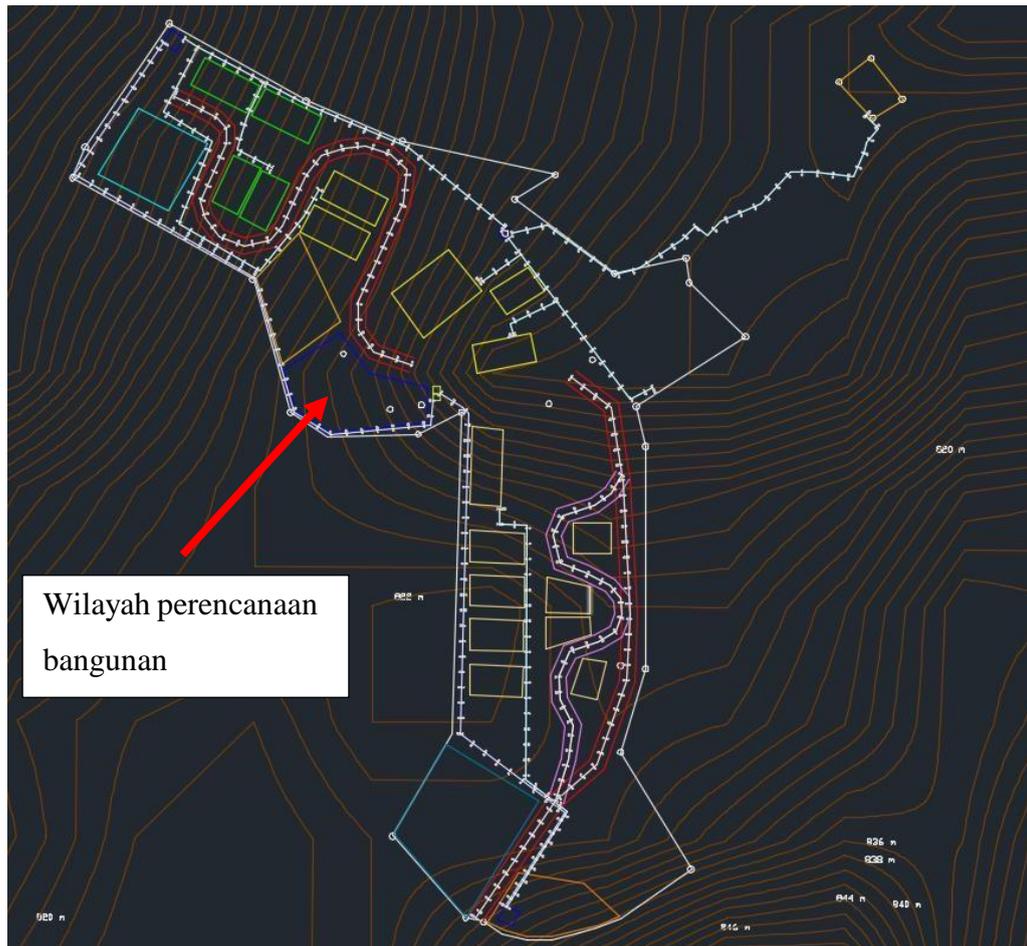
Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki jumlah penduduk terbesar di dunia, sehingga tingkat kebutuhan air bersihnya tinggi. Pesantren Bayt Al-Quds merupakan kompleks pesantren yang dekat dengan mata air, namun kondisi geografis di wilayah perbukitan ini membutuhkan sistem yang dapat mengalirkan air dari mata air ke waduk. Lokasi penelitian ini dilakukan di Kompleks Pesantren Bayt Al-Quds yang terletak di Masjid Kayu, Pasir Masigit, Buninagara, Kecamatan Soreang, Bandung. Tahapan sebelum perencanaan dimulai meliputi survey lapangan, identifikasi masalah, studi literatur, pengumpulan data, analisis data, perancangan 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 tugas akhir 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 2 bak penampungan mata air untuk keperluan yang berbeda, dengan kapasitas 10 m³ (2 buah). reservoir pegas adalah 20.000 liter. Pompa yang digunakan untuk memindahkan air dari reservoir ke turbin menggunakan pompa 1, dengan head 47,10 m, pompa 2, dengan head 23,26 m, dan pompa 3 yang hanya digunakan jika ada kerusakan atau sedang dilakukan perawatan.

Kata Kunci: Perancangan, Sistem, Mekanikal, Penampung, Mata Air

ABSTRACT

Indonesia is one of the countries that has the world's largest population, so the level of clean water needs is high. Pesantren Bayt Al-Quds is a pesantren complex that has a nearby spring, but geographical conditions in this hilly region require a system that can carry water from the spring to the reservoir. The location of this research was conducted at the Bayt Al-Quds Pesantren Complex located in Kayu Mosque, Pasir Masigit, Buninagara, Soreang Subdistrict, Bandung. The stages before planning begins include field surveys, problem identification, literature studies, data collection, data analysis, mechanical system design of clean water reservoirs, repair of existing pump systems, and documentation of results. 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 final tasks. The need for discharge per day in the pesantren complex amounted to 10,165 L/day with a water availability discharge of 17,928 L/day. This pesantren complex will use 2 tubs of spring reservoirs for different purposes, with a capacity of 10 m³ (2 pieces). of spring reservoirs is 20,000 liters. Pumps are used to move water from the reservoir to the turbine using pump 1, with a head of 47.10 m, pump 2, with a head of 23.26 m, and pump 3, which is only used if there is damage or maintenance is being done.

Keywords: Design, System, Mechanical, Reservoir, Spring Water



Gambar 2. Layout Komplek Pesantren Bayt Al-Quds

Proyeksi kebutuhan air ditentukan berdasarkan kebutuhan domestik dan kebutuhan non domestik. Kebutuhan domestik ini mengacu berdasarkan standar Direktorat Jendral Cipta Karya tahun 2020, sedangkan kebutuhan non domestik menggunakan standar SNI 03- 7065-2005 ataupun menggunakan standar pemakaian air menurut Direktorat Jendral Cipta Karya tahun 2007.

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:

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

Pemilihan tipe penangkap mata air pada penelitian ini mengacu pada standar Direktorat Jendral Cipta Karya tahun 2007. 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.

Perancangan pentransmision air didasari dengan melihat kondisi di lapangan, perhitungan manual dan hasil simulasi menggunakan aplikasi EPANET. Perhitungan pentransmision Toren 1 diawali dengan menghitung diameter pipa menggunakan rumus berikut:

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

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:

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

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

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:

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

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

Kemudian mencari *Head Instalasi* dengan rumus sebagai berikut:

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

Perhitungan pentransmision toren 2 juga dilakukan dengan cara yang sama.

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 toren air dimana masing-masing toren digunakan untuk keperluan yang berbeda serta jalur pentransmision yang berbeda. Perhitungan kebutuhan toren dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kebutuhan Toren 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 Toren (Liter/Hari)						7.834,38

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa toren 1 harus memiliki kapasitas minimal 7.834,38 liter, sedangkan kebutuhan toren 2 dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kebutuhan Toren 2

No	Fasilitas	Jumlah	Jumlah Pengguna	Pemakaian Air	Satuan	Q (L/S)
1	Rumah Guru	8	5	120	L/O/H	0,05556
2	GU	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 Toren (Liter/Hari)						2.331,25

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa toren 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. 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. Perencanaan bangunan penangkap mata air yang dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:

3.5. Perencanaan Pentransmision 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 dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perhitungan Manual Pentransmision Toren

No	Uraian	Toren 1	Toren 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 Toren 1 yaitu 38,95 m dan Head Toren 2 yaitu 13,12 m. Data head ini digunakan untuk pemilihan spesifikasi pompa. Data head yang didapatkan dari perhitungan manual dan simulasi pada aplikasi EPANET dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Data Head Toren 1 dan Toren 2

No	Uraian	Head	
		Toren 1	Toren 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 toren 1 dan toren 2, Head terbesarnya didapatkan dari hasil simulasi aplikasi EPANET. Spesifikasi pompa harus memiliki head minimal sebesar 47,10 m untuk pompa 1 dan 23,26 m untuk pompa 2.

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 penyarin panjang 8 meter, lebar 3 meter,

dan tinggi 1,6 meter. Dari bangunan PMA di hubungkan menggunakan pipa 1" secara parallel ke 2 buah bak dengan kapasitas masing-masing 10m³ . 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 toren 1 dan 2.

Untuk menentukan pompa yang akan digunakan, penulis menggunakan hasil simulasi dari aplikasi EPANET. Pompa yang digunakan setiap bak penampung untuk mentransmisikan air ke toren 1 & 2 berbeda. Untuk mentransmisikan air dari bak penampung 1 menuju toren 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 toren 1. Untuk mentransmisikan air dari bak penampung 2 menuju toren 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 toren 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 pentransmisian air dari bak penampung menuju toren. Penulis memberikan 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 secara langsung maupun tidak langsung telah membantu penulis dan berpartisipasi dalam penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Abdussalam, A., & Latif, A. L. (2018). Perencanaan Jaringan Air Bersih Desa Dieng Kejajar Wonosobo. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1156-1164.
- 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.
- Andaerri, H. K. Perancangan Bangunan Penangkap Mata Air dan Jaringan Pipa Air Bersih di Desa Pamijahan, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor.
- Banunaek, N., & Rumbino, Y. (2020). PENYEDIAAN JARINGAN AIR BERSIH DARI MATA AIR KE LOKASI PEMUKIMAN DI DESA BINA FUN-KAB. KUPANG. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 12-19.
- Karya, D. P. (2007). Modul No. 2.1. Petunjuk Praktis Pembangunan Penangkap Mata Air (PMA). Jakarta.
- Kustamar, K., & Sudiro, S. (2017). Pembuatan Broncaptur Dan Tandon Air Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Layanan Air Bersih Pedesaan. *Prosiding SENIATI*, E33-1.

- Pamungkas, H. (2011). Analisis Pengaliran Air Dalam Pipa dengan Berbagai Perubahan Penampang pada Suatu Jaringan Pipa.
- 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*.
- Rakyat, K. P. (2018). BUKU C PANDUAN PERENCANAAN MEKANIKAL DAN ELEKTRIKAL PADA PRASARANA IPLT.
- Sari, N. S. (2017). *Perencanaan ulang instalasi pompa air bersih pada gedung pusat riset ITS Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- Setiawan, B. I. Analisis Teknoekonomi Bangunan Penangkap Mata Air (Broncaptering) di Desa Pamijahan, Kecamatan Pamijahan, Kabupaten Bogor.
- Suhardiyanto, S. (2016). Perancangan Sistem Plumbing Instalasi Air Bersih dan Air Buangan pada Pembangunan Gedung Perkantoran Bertingkat Tujuh Lantai. *Jurnal Teknik Mesin Mercuri Buana*, 5(3), 90-97.
- Sularso, H. T. (2004). Pompa dan kompresor. *PradnyaParamita, Jakarta*.
- 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).
- 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 Mercuri Buana*, 5(3), 119-127.
- UMUM, B. K. (2014). PERLIND Kementeriaan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat UNGAN MATA AIR.
- Widiyanto, W. (2010). Hitungan Diameter Pipa pada Sistem Penyediaan Air Minum sederhana. *Dinamika Rekayasa*, 6(1), 26-32.