

---

**PENDAMPINGAN DESAIN POMPA HIDRAM SISTEM PENYEDIAAN AIR  
MINUM DESA BENTENG RAJA KABUPATEN MANGGARAI TIMUR NUSA  
TENGGERA**

Tania Edna Bhakty <sup>1</sup>, Titiek Widayarsi <sup>2</sup>, Nizar Achmad <sup>3</sup>, Apolonius Darmani <sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Universitas Janabadra Yogyakarta

E-mail: <sup>1</sup>[tania@janabadra.ac.id](mailto:tania@janabadra.ac.id), <sup>2</sup>[titiekwidayarsi@janabadra.ac.id](mailto:titiekwidayarsi@janabadra.ac.id),

<sup>3</sup>, [nizar\\_achmad@janabadra.ac.id](mailto:nizar_achmad@janabadra.ac.id), <sup>4</sup>[apoloniusdarmani1996@gmail.com](mailto:apoloniusdarmani1996@gmail.com)

---

**Article History:**

Received: 2 agustus 2024

Revised: 19 September 2024

Accepted: 21 Oktober 2024

**Keywords:** pompa, hidram,  
SPAM, air minum, air bersih

**Abstract** Topografi wilayah Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi NTT yang berbukit-bukit menyebabkan air sulit mengalir karena elevasi sumber air lebih rendah dibandingkan permukiman penduduk. Hal ini membuat masyarakat kesulitan mendapatkan air bersih, di mana masyarakat harus berjalan ratusan meter untuk mencapai sumber air. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk merancang SPAM yang sederhana dan ekonomis agar air dari mata air Wae Menang dan Wae Belang dapat didistribusikan ke wilayah Desa Benteng Raja. Tim pengabdian sebagai tim utama bertanggung jawab atas desain pompa hidram, pipa hantar, serta uji coba untuk menentukan kapasitas pompa hidram untuk diterapkan pada SPAM. Selain itu, tim pengabdian juga melakukan pengamatan di lokasi, instalasi pompa, serta uji performa pompa. Seluruh kegiatan ini dilakukan dengan dukungan swadaya dari masyarakat Desa Benteng Raja. Debit Wae Menang diperoleh 1,42 l/s dan Wae Belang diperoleh 1,23 l/s (total 2,65 l/s). Performa desain pompa hidram I menghasilkan debit 0,65 l/s dan jangkauan pipa hantar hanya 100 m, hidram II diperoleh debit 1,15 l/s dan jangkauan 500 m, hidram III diperoleh debit 1,44 l/s, pipa pemasukan 30 m, dan jangkauan pipa hantar mencapai 1,5 km. Dengan demikian maka pompa hidram III sudah optimal untuk diaplikasikan pada SPAM.

---

## Pendahuluan

Air memiliki peran yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Tanpa pasokan air yang memadai, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, manusia tidak dapat bertahan hidup. Air dimanfaatkan untuk berbagai keperluan,

termasuk kebutuhan domestik, industri, serta lingkungan. Kebutuhan domestik merujuk pada air yang digunakan untuk keperluan rumah tangga, dan tingkat kebutuhan ini ditentukan berdasarkan jumlah konsumen domestik, yang dihitung dari data populasi (Fadiah and Ratnasari 2022). Penyediaan air minum merupakan salah satu kebutuhan dasar masyarakat yang wajib dipenuhi oleh pemerintah, baik di tingkat daerah maupun pusat. Ketersediaan air minum menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan kesejahteraan dan kesehatan masyarakat, mengingat air minum adalah kebutuhan vital bagi kehidupan manusia. Seiring dengan tingginya nilai penting air minum, diperlukan suatu sistem pengelolaan yang terstruktur, seperti Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM), untuk memastikan air minum yang aman dan dapat diakses oleh seluruh masyarakat (Darnas 2018). Keamanan SPAM bergantung pada sistem yang memastikan keberlanjutan penyediaan layanan air minum. (Asrasal, Efendi, and Egawati 2023).

SPAM dirancang untuk menyediakan layanan air minum atau air bersih bagi masyarakat guna memenuhi hak atas akses air bersih. Untuk menentukan besaran debit yang diperlukan dalam memenuhi kebutuhan air bersih, diperlukan proyeksi kebutuhan air bersih untuk keperluan domestik dan non-domestik. Dalam perencanaan SPAM, beberapa elemen penting perlu diperhitungkan, seperti bangunan penampung (*reservoir*), pompa (jika diperlukan), serta jaringan pipa. Elemen-elemen ini berfungsi untuk menampung air bersih sebelum didistribusikan ke rumah-rumah penduduk, serta untuk memastikan ketersediaan debit yang memadai pada saat jam puncak (Shofiyah et al. 2023).

Potensi air merujuk pada jumlah air yang tersedia, baik dari sumber air permukaan maupun air tanah. Meskipun air di bumi melimpah, hanya sekitar 5% yang dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Indonesia termasuk dalam 10 negara dengan cadangan air terbesar, mencapai sekitar 15.500 m<sup>3</sup> per kapita per tahun, jauh di atas rata-rata dunia sebesar 8.000 m<sup>3</sup>/kapita/tahun. Oleh karena itu, Indonesia seharusnya tidak mengalami kekurangan air (Riswandi 2008). Namun, masih terdapat beberapa daerah di Indonesia yang menghadapi tantangan dalam pengelolaan air, terutama dalam distribusi air minum bersih. Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah topografi wilayah yang sulit untuk dialiri, di mana elevasi sumber air lebih rendah dibandingkan dengan pemukiman penduduk.

Permasalahan serupa juga dihadapi oleh Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT), di mana masyarakat mengalami kesulitan dalam memperoleh air minum dan air

bersih. Untuk mendapatkan air bersih, masyarakat harus menempuh jarak ratusan meter. Terdapat dua sumber mata air yang mengalir secara kontinu, baik di musim hujan maupun musim kemarau; namun, kedua sumber tersebut terletak pada elevasi yang lebih rendah dibandingkan dengan pemukiman penduduk. Kondisi ini diperburuk oleh fakta bahwa sebagian besar penduduk Desa Benteng Raja adalah petani yang tidak memiliki dana yang cukup untuk pengadaan dan pengoperasian pompa, baik dengan motor listrik maupun bahan bakar lainnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan pompa yang hemat biaya dan ramah lingkungan, yaitu pompa hidram, dalam SPAM di Desa Benteng Raja. Tujuan dari pengabdian ini adalah untuk menyusun dokumen desain perancangan pompa hidram pada SPAM yang memanfaatkan sumber air dari mata air Wae Menang dan Wae Belang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Desa Benteng Raja. Desain pompa hidram ini sangat diperlukan untuk perencanaan sistem distribusi dalam SPAM guna memenuhi kebutuhan air bagi masyarakat Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur.

### **Kajian Konsep**

Salah satu aspek pembangunan infrastruktur adalah penyediaan pasokan air bersih bagi masyarakat. Air bersih adalah air yang memenuhi standar kualitas kesehatan yang diperlukan untuk keperluan sehari-hari dan aman untuk dikonsumsi setelah dimasak atau melalui proses pemurnian (Suhartawan et al. 2023). Air bersih merupakan sumber daya yang sangat vital bagi kehidupan manusia dan ekosistem. Ketersediaan air bersih yang memadai dan kualitasnya yang baik sangat penting untuk menjaga kesehatan masyarakat, memenuhi kebutuhan dasar manusia, serta mendukung pertumbuhan ekonomi dan pembangunan berkelanjutan. Salah satu langkah penting dalam memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat adalah pembangunan SPAM (Tanjung et al. 2024). Fasilitas penyediaan air bersih dilakukan dengan menggunakan metode yang sederhana, di mana air diambil dari sumber mata air melalui pipa dan didistribusikan kepada penduduk secara bertahap (Ariyanti and Lutfi 2023).

Pengabdian sejenis yang pernah dilaksanakan adalah perencanaan sistem penyediaan air minum di Desa Lolo Wano, Kecamatan Tanarighu, Kabupaten Sumba Barat, Nusa Tenggara Timur. Penduduk Desa Lolo Wano memperoleh air melalui sistem pompa yang mengalir dari sumber mata air dengan elevasi +97,52 m menuju reservoir 1 pada elevasi +231,65 m. Selanjutnya, air tersebut dialirkan

melalui pipa transmisi ke area layanan dengan memanfaatkan sistem pengaliran gravitasi. Pipa pompa menggunakan pipa galvanis (GIV) dengan diameter 2,5 inci dan panjang 681 meter. Sementara itu, pipa transmisi menggunakan pipa High Density Polyethylene (HDPE) dengan diameter 1,5 inci sepanjang 976 meter menuju Desa Lolo Wano, serta diameter 2,5 inci sepanjang 1.428,53 meter menuju Desa Lokory. Sistem pompa memiliki daya sebesar 10,188 kW, dan arus start sebesar 68,391 amper diperlukan untuk mengoperasikan pompa (Nuraga and Putri 2024).

Pompa merupakan mesin yang dapat menyediakan energi untuk memindahkan air ke lokasi dengan tekanan tinggi. Umumnya, pompa digerakkan oleh motor listrik atau mesin diesel. Pompa diesel, yang berfungsi mengubah tenaga mesin menjadi daya penyedot air, merupakan alat yang cukup dikenal oleh masyarakat. Proses pengambilan atau penyedotan air dari sumbernya memerlukan biaya. Di banyak daerah di Indonesia, terutama di daerah terpencil seperti **Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur**, sering kali tidak tersedia pasokan listrik yang diperlukan untuk mengoperasikan pompa. Sebagai solusi terhadap permasalahan tersebut, pompa hidram dapat diterapkan, yaitu suatu teknologi pompa yang tidak memerlukan tenaga diesel atau listrik.

Pompa hidrolis ram (hidram) pertama kali diciptakan oleh ilmuwan Inggris John Whitehurst pada tahun 1775 dan beroperasi secara manual. Inovasi ini merupakan kemajuan dalam dunia teknologi yang memanfaatkan potensi alam, khususnya gravitasi bumi dan air. Joseph Michel Montgolfier dari Prancis mengembangkan mesin otomatis pada tahun 1796, dan Matthew Boulton dari Inggris mematenkannya setahun kemudian. Pada tahun 1816, Pierce menambahkan katup udara yang dikenal sebagai valve sniffer. Selanjutnya, pada tahun 1820, James Easton, pemilik Green & Carter di Inggris, menjadi yang pertama memproduksi hidram dalam skala besar untuk tujuan komersial (Zulfiar 2020).

Sistem pompa hidram adalah pilihan yang baik karena menggunakan teknologi yang tepat guna, efisien, dan ekonomis (Suhara et al. 2024). Pompa hidram adalah salah satu jenis pompa air yang hemat energi dan ramah lingkungan, karena memanfaatkan tenaga momentum air (water hammer) untuk mengangkat air. Dengan demikian, pompa ini tidak memerlukan bahan bakar minyak (BBM) maupun listrik dalam operasionalnya. (Putra, Wardianto, and Pratama 2024). Pompa hidram dalam pengelolaan tidak bergantung pada tenaga listrik atau bahan bakar lain, jadi biaya operasional murah dan tidak membebani masyarakat (Ucok and

Mukhtar 2020).

Pompa hidram atau singkatan dari hidrolik ram adalah mesin yang secara otomatis menggunakan energi air untuk menaikkan air dari titik yang rendah ke titik yang lebih tinggi (Prabowo and Martini 2023). Pompa hidram memiliki banyak keuntungan dibandingkan pompa jenis lain, karena tidak membutuhkan bahan bakar minyak (bensin atau solar). Selain itu, pompa hidram memiliki konstruksi dan perawatan yang sederhana karena secara pabrikan tidak memerlukan keterampilan khusus serta dapat digunakan 24 jam sehari (Jafri 2020).

Pompa hidram bekerja dengan meningkatkan tekanan dari sumber air yang masuk ke dalam tabung, menghasilkan air dalam volume tertentu yang diinginkan. Secara matematis, persamaan [1] dapat digunakan untuk menghitung besar debit aliran.

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots [1]$$

keterangan:

$Q$  = debit aliran ( $m^3/s$ ),

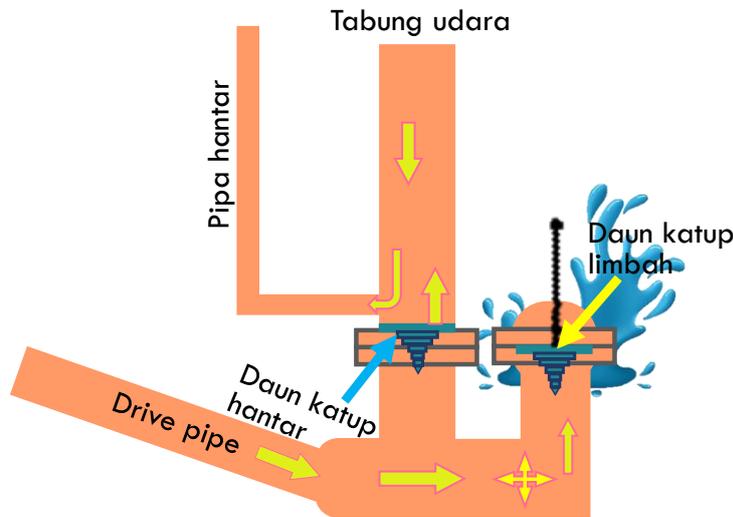
$V$  = volume ( $m^3$ ),

$t$  = waktu (s).

Komponen pompa hidram terdiri dari pipa pemasukan (*drive pipe*), pipa hantar (*delivery pipe*), katup limbah (*waste valve*), katup hantar (*delivery valve*), dan tabung udara. Letak komponen pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 1. **Pipa pemasukan (*drive pipe*)** adalah pipa dari sumber air ke pompa, dimana diameter dan panjang sangat penting dalam mempengaruhi kinerja pompa hidram. Pompa hidram mampu memompa air ke elevasi yang cukup tinggi. **Pipa hantar (*delivery valve*)** adalah pipa yang menghantarkan air dari katup hantar yang dilewati air bertekanan dari sumber melalui pipa pemasukan ke reservoir atau penampungan air yang dituju. Pipa hantar yang panjang akan menyebabkan hidram harus mengatasi gesekan antara air dan dinding pipa berupa tinggi kehilangan tekan.

**Katup hantar (*delivery valve*)** berupa lubang dengan daun/klep yang besar sehingga memungkinkan air yang dipompa memasuki pipa hantar dan tabung udara. Katup ini dapat dibuat dengan bentuk yang sederhana yang dinamakan katup searah (*non return*). **Katup limbah (*waste valve*)** berfungsi untuk mengubah energi kinetik fluida kerja yang mengalir melalui pipa pemasukan menjadi energi tekanan dinamis fluida, yang kemudian membawa fluida kerja menuju katup hantar. Katup limbah harus dirancang dengan baik untuk mengatur berat dan

gerakan air dengan benar. Katup limbah dengan beban berat dan langkah panjang memungkinkan aliran fluida lebih cepat, sehingga ketika katup menutup, terjadi lonjakan tekanan tinggi yang mengangkat fluida kerja ke tabung udara. Sebaliknya, katup limbah dengan beban ringan dan langkah pendek mendenyutkan lebih cepat, meningkatkan debit air yang terangkat dengan lonjakan tekanan yang lebih kecil. Dalam proses ini, desain pompa hidram dan posisi katup limbah (*waste valve*) sangat penting.



Gambar 1. Komponen dan arah aliran dalam pompa hidram

Perilaku pompa hidra bergantung pada fenomena *water hammer* ditunjukkan pada saat penutupan dan pembukaan katup limbah dan katup hantar, yang menyebabkan urutan proses pompa hidram terputus-putus. Saat air dengan tekanan tinggi masuk ke pipa pemasukan, maka proses dimulai, dimana momentum air menutup katup limbah dan air bertekanan naik di tabung udara vakum. Jika katup hantar dan tabung udara kemudian terbuka, maka air naik melalui pipa hantar yang akan di masukan ke reservoir (Jafri et al. 2020).

Uji *eksperimen* untuk menentukan performa pompa hidram diberikan beberapa variasi tekanan air yang masuk ke dalam pompa. Variasi nilai tekanan berdasarkan desain dari diameter pipa, panjang pipa, dan elevasi/tinggi, untuk menghitung debit ( $Q$ ) seperti persamaan [2], luas penampang pipa ( $A$ ) berupa lingkaran pada persamaan [3], dan kecepatan ( $v$ ) pada persamaan [4].

$$Q = A \times v \dots\dots\dots [2]$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \dots\dots\dots [3]$$

$$v = \sqrt{2 \times g \times H} \dots\dots\dots [4]$$

keterangan:

- $Q$  = debit ( $m^3/s$ ),
- $A$  = luas penampang lingkaran ( $m^2$ ),
- $D$  = diameter pipa/lingkaran (m),
- $v$  = kecepatan (m/s),
- $H$  = ketinggian air (m),
- $g$  = percepatan gravitasi ( $\approx 9,81 m/s^2$ ).

**Metode**

Lokasi pengabdian berada di Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong Kabupaten Manggarai Timur (NTT) dan dilaksanakan selama 4 bulan dari tanggal 15 Januari 2022 sampai dengan 28 April 2022. Desa Benteng Raja terletak 11,1 km di sebelah utara ibu kota Kabupaten Manggarai Timur dengan luas wilayah 11,49 km<sup>2</sup>, kemiringan tanah 10-40%, dan ketinggian dari permukaan air laut 600-1000 m. Secara administrasi memiliki 2 dusun dan 6 RT dengan jumlah kepala keluarga (KK) dan jumlah penduduk seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data jumlah kepala keluarga dan jumlah penduduk Desa Benteng Raja

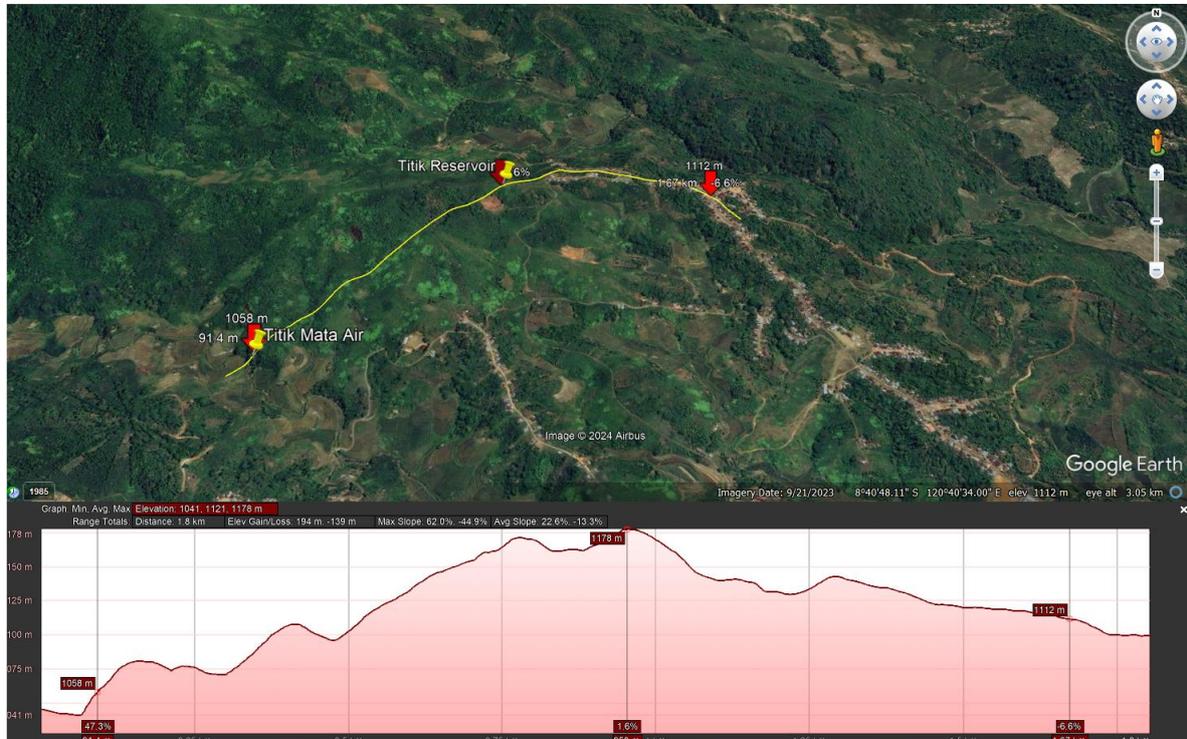
| Tahun | Jumlah KK | Jumlah Penduduk (Jiwa) |
|-------|-----------|------------------------|
| 2019  | 591       | 1837                   |
| 2020  | 637       | 1984                   |
| 2021  | 595       | 2036                   |
| 2022  | 595       | 2044                   |

Sumber: Data Statistik Kabupaten Manggarai Timur, 2023

Kondisi wilayah yang beriklim tropis terbilang subur sehingga mata pencarian sebagian besar masyarakat petani sawah dan kebun, namun ada yang bermata pencarian sebagai nelayan.

Perencanaan desain pompa hidram pada SPAM Desa Benteng Raja dari dua sumber mata air yaitu Wae Menang dan Wae Belang, yang didasarkan pada kebutuhan air penduduk di lokasi pengabdian. Letak sumber, rencana pompa hidram, dan rencana reservoir yang menampung air dari pompa melalui pipa hantar yang akan didistribusikan ke lokasi pemukiman dapat dilihat pada Gambar 2. Selisih elevasi antara kedua sumber mata air dan reservoir adalah  $\pm 120$  meter. Data elevasi dan rencana panjang pipa antar node diperoleh melalui pengukuran

dilapangan serta pendekatan terhadap pengukuran melalui satelit dengan menggunakan *software google earth*.



Gambar 2. Lokasi pengabdian

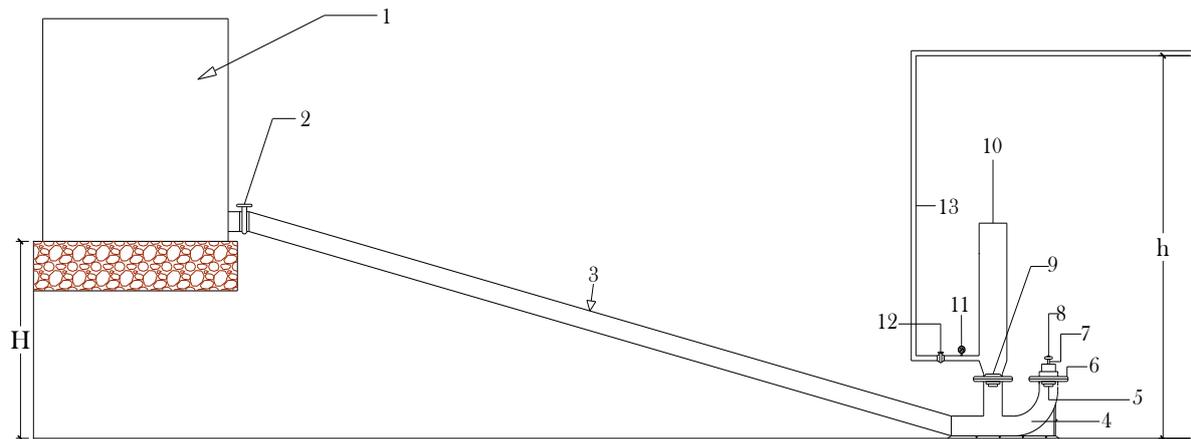
Karakteristik pompa hidram yang beroperasi dengan jarak tetap antara lubang pompa dan katup limbah, serta kepala pasokan vertikal yang tinggi. Volume pipa pemasukan disesuaikan dengan debit air yang ada, dengan ukuran pipa pemasukan lebih besar dari pipa hantar dan tabung udara.. Bagian-bagian dari perencanaan pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 3.

Pengabdian yang lakukan berupa pendampingan kepada tim teknis Pemerintah Desa Benteng Raja dalam perencanaan desain pompa hidram. Tahapan pelaksanaan pengabdian meliputi:

1. Observasi dan survei lapangan, pengamatan langsung ke sumber air, ke lokasi desa yang akan diairi, mengukur dan mencari data primer maupun data sekunder, serta mengamati kondisi rencana lokasi jaringan distribusi air.
2. Pengukuran dan perhitungan debit air dari sumber Wae Menang dan Wae Belang.
3. Perancangan pompa hidram dan proses instalasi pompa hidram yang telah didesain.
4. Eksperimen dan uji performa dilakukan pada setiap pompa hidram yang

dirancang untuk menentukan besar debit keluaran dari pipa hantar, jangkauan pipa hantar, serta panjang pipa pemasukan.

5. Hasil performa pompa hidram yang diperoleh dan akan diaplikasikan *pada SPAM*.



Gambar 3. Perencanaan desain pompa hidram

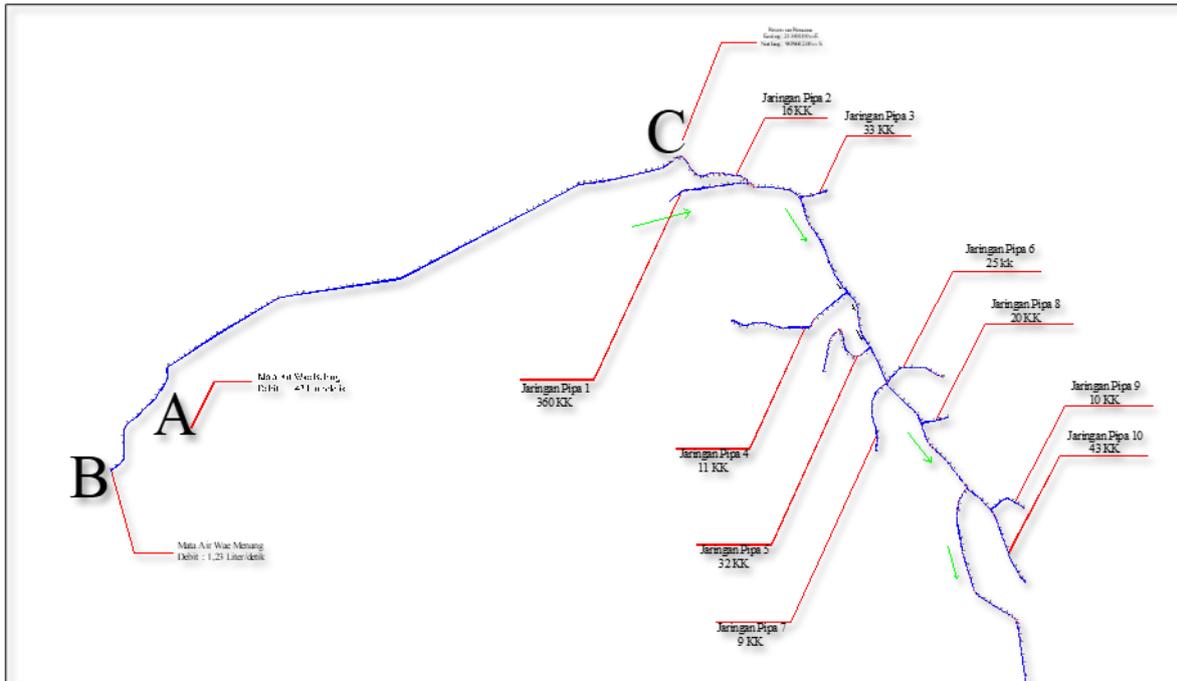
Keterangan gambar pompa hidram pada Gambar 3:

1. Bak penangkap dari sumber air atau bak kaptering,
2. *Ball valve input*,
3. Pipa pemasukan,
4. Pangkuan pompa,
5. Badan pompa,
6. Daun katup limbah,
7. *Flags*,
8. As daun katup,
9. Daun katup hantar,
10. Tabung udara,
11. Monometer,
12. *Ball valve output*,
13. Pipa hantar,
14. H adalah tinggi permukaan bak kaptering,
15. h adalah tinggi pipa penghantar yang akan sampai di reservoir.

## Hasil

Hasil yang diperoleh dari observasi dan survei lapangan, dibuat sketsa jaringan terdiri dari sistem jaringan pipa distribusi dari sumber air, pompa hidram

sampai ke reservoir dekat pemukiman yang membutuhkan air bersih seperti pada Gambar 4. Dimana A dan B adalah sumber mata air dan C adalah resevoir penampung air yang dipompa oleh pompa hidram.



Gambar 4. Jaringan SPAM Desa Benteng Raja

Pengukuran debit secara sederhana menggunakan wadah air untuk mengukur volume air yang tertampung ( $V$ ) dan *stopwatch* untuk mengukur waktu ( $t$ ), kemudian dihitung debit sumber menggunakan persamaan [1]. Hasil pengukuran di sumber mata air Wae Menang diperoleh  $V$  sebesar 2,5 liter dan  $t$  sebesar 1,76 s, maka debit sumber Wae Menang sebesar  $1,42 \text{ l/s} \approx 0,00142 \text{ m}^3/\text{s}$ , sedangkan Wae Belang diperoleh  $V$  sebesar 2,5 liter dan  $t$  sebesar 2,03 s, maka debit sumber Wae Belang sebesar  $1,23 \text{ l/s} \approx 0,00123 \text{ m}^3/\text{s}$ . debit air dari 2 sumber mata air ( $Q_{\text{sumber}}$ ) sebesar  $2,65 \text{ l/s} \approx 0,00265 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Pengumpulan data primer dan sekunder digunakan untuk perancangan desain pompa hidram, untuk mendapatkan hasil yang terbaik maka dibuat 3 desain pompa hidram untuk 3 eksperimen atau uji performa. Desain pompa hidram dirinci pada Tabel 2.

Tabel 2. Desain Pompa Hidram

| Desain Pompa Hidram | Diameter Pipa Pemasukan |        | Diameter Pipa Hantar |        | Elevasi Reservoir | Panjang Pipa Pemasukan | Volume Tabung | Diameter Tabung | Tinggi Tabung |
|---------------------|-------------------------|--------|----------------------|--------|-------------------|------------------------|---------------|-----------------|---------------|
|                     | inch                    | m      | inch                 | m      |                   |                        |               |                 |               |
| I                   | 2                       | 0,0508 | 0,5                  | 0,0127 | 3                 | 15                     | 0,0068        | 4               | 0,80          |
| II                  | 4                       | 0,1016 | 1                    | 0,0254 | 5                 | 30                     | 0,0239        | 6               | 1,25          |
| III                 | 4                       | 0,1016 | 2                    | 0,0508 | 5                 | 30                     | 0,0287        | 6               | 1,50          |

Proses perakitan dan instalasi pompa hidram desain dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah instalasi selesai, dilakukan uji performa terhadap pompa hidram tersebut.



Gambar 5. Proses instalasi pompa hidram



Gambar 6. Uji performa desain pompa hidram I

Uji performa desain pompa hidram I ditunjukkan pada Gambar 6. Bak kaptering menggunakan drum berkapasitas 200 liter. Pada pipa hantar, diperoleh  $V$  sebesar 2,5 liter dan  $t$  sebesar 3,91 s, sehingga  $Q_{out}$  sebesar 0,64 l/s  $\approx$  0,00064 m<sup>2</sup>/s. Dalam pengujian pompa hidram I, air mampu terpompa hingga sejauh 100 m.

Uji performa desain pompa hidram II dengan bak kaptering menggunakan drum berkapasitas 1.000 liter. Pada pipa hantar, diperoleh  $V$  sebesar 2,5 liter dan  $t$  sebesar 2,17 s, sehingga  $Q_{out}$  sebesar 1,15 l/s  $\approx$  0,00115 m<sup>2</sup>/s. Dalam pengujian tersebut, pompa hidram II mampu memompa air hingga sejauh 500 m.

Desain pompa hidram III merupakan hasil kolaborasi antara pompa hidram I dan II. Uji performa desain pompa hidram III, yang ditampilkan pada Gambar 7, menggunakan bak penampung yang sama dengan uji performa pada pompa hidram II. Pada pipa hantar, diperoleh  $V$  sebesar 2,5 liter dan  $t$  sebesar 1,74 s, sehingga  $Q_{out}$  sebesar 1,44 l/s  $\approx$  0,0014 m<sup>2</sup>/s. Dalam pengujian tersebut, pompa hidram III mampu memompa air hingga sejauh 1.500 m.



Gambar 7. Uji performa desain pompa hidram III

Perhitungan debit limbah berdasarkan desain pompa hidram pada Tabel 2 dengan tinggi pipa penghantar yang akan sampai di reservoir ( $H_{in}$ ), diameter pipa pemasukan ( $D_{in}$ ), dan panjang pipa pemasukan ( $L_{in}$ ). Dari data tersebut dapat dihitung luas penampang pipa ( $A$ ) berupa lingkaran dengan menggunakan persamaan [3], kecepatan ( $v$ ) dengan menggunakan persamaan [4], dan besar debit limbah ( $Q_{limbah}$ ) dengan menggunakan persamaan [2].

Prakiraan debit pemasukan ( $Q_{in}$ ) dapat dihitung dengan menjumlahkan  $Q_{limbah}$  dan  $Q_{out}$  yang diperoleh dari uji performa desain pompa hidram I, II, dan III.

Secara rinci perhitungan  $Q_{in}$ ,  $Q_{out}$ , dan  $Q_{limbah}$  tercantum dalam Tabel 1 Tabel 3. Debit limbah merupakan sisa debit antara air dari sumber dan air yang masuk ke pipa hantar. Debit limbah merupakan debit sisa debit antara air yang berasal dari sumber dan air yang masuk ke pipa hantar. Debit limbah adalah selisih antara debit pemasukan dan debit pipa hantar, yang dibiarkan tumpah dan mengalir ke selokan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman di sekitar area pompa hidram.

Tabel 3. Debit pemasukan ( $Q_{in}$ ), debit pipa hantar ( $Q_{out}$ ), dan debit limbah ( $Q_{limbah}$ )

| Desain Pompa | $H_{in}$ | $D_{in}$ | $L_{in}$ | $A$    | $v$    | $Q_{in}$ | $Q_{out}$ | $Q_{limbah}$ |
|--------------|----------|----------|----------|--------|--------|----------|-----------|--------------|
| Hidram       | $m$      | $m$      | $m$      | $m^2$  | $m/s$  | $m^3/s$  | $m^3/s$   | $m^3/s$      |
| I            | 3        | 0,0508   | 15       | 0,0020 | 7,6720 | 0,01555  | 0,00064   | 0,01491      |
| II           | 5        | 0,1016   | 30       | 0,0081 | 9,9045 | 0,08030  | 0,00115   | 0,07915      |
| III          | 5        | 0,1016   | 30       | 0,0081 | 9,9045 | 0,08030  | 0,00144   | 0,07886      |

## Diskusi

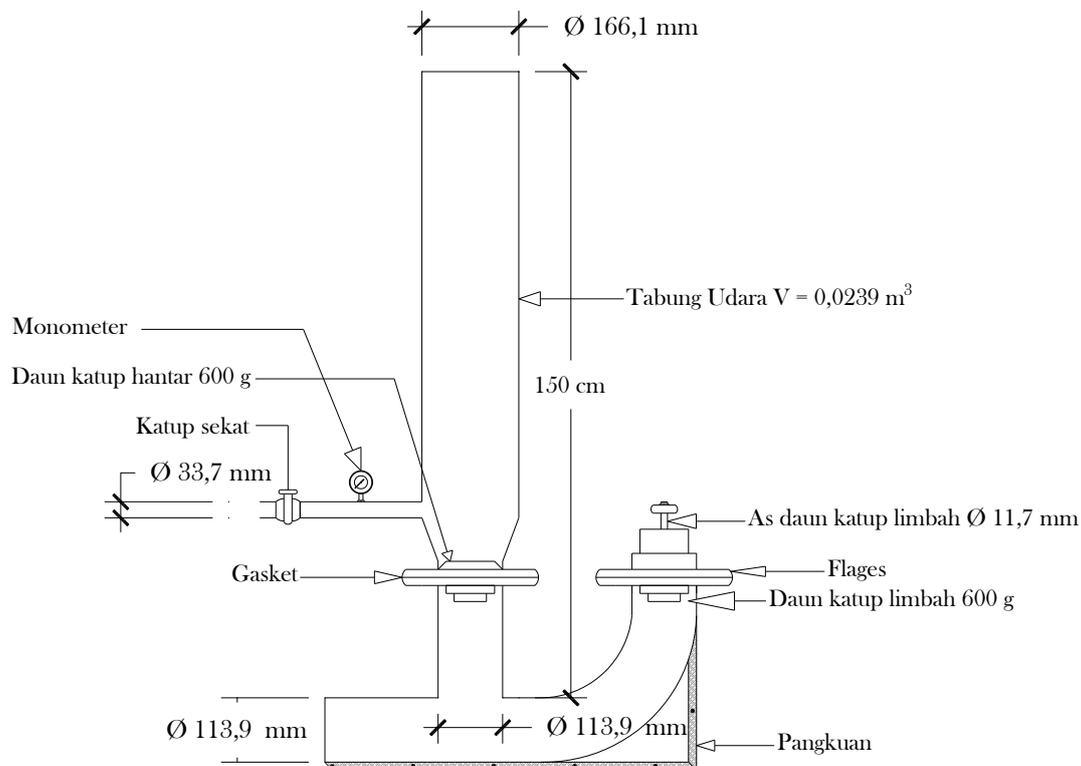
Hasil dari uji performa desain pompa hidram berupa air yang keluar dari pipa hantar, salah satu contoh aliran air menuju reservoir dapat dilihat pada Gambar 8. Performa desain pompa hidram I, yang merupakan pompa dengan ukuran terkecil, menghasilkan debit relatif kecil sebesar 0,65 l/s, dengan panjang pipa dari bak penampung hingga pompa sejauh 15 meter, dan jangkauan pipa hantar hanya mencapai 100 meter. Kondisi ini belum memenuhi kebutuhan distribusi air ke pemukiman, sehingga dirancang desain kedua, yaitu pompa hidram II yang berukuran lebih besar.



Gambar 8. Air pada pipa hantar

Performa desain pompa hidram II merupakan pengembangan dari pompa pertama untuk meningkatkan debit dan jangkauan pipa hantar. Pompa hidram II menghasilkan debit sebesar 1,15 l/s, dengan panjang pipa dari bak penampung hingga pompa mencapai 30 meter, dan jangkauan pipa hantar sebesar 500 meter. Meskipun performa ini cukup baik, jangkauan pipa hantar yang dihasilkan masih belum memenuhi persyaratan tinggi tekanan yang dibutuhkan untuk mencapai reservoir. Oleh karena itu, desain pompa diperbaiki dengan ukuran yang lebih besar, yaitu pompa hidram III.

Performa desain pompa hidram III, yang ditunjukkan pada Gambar 9 merupakan pengembangan dari pompa hidram II untuk meningkatkan debit dan jangkauan pipa hantar. Pompa hidram III menghasilkan debit sebesar 1,44 l/s, dengan panjang pipa dari bak penampung ke pompa yang sama dengan desain pompa hidram II (30 m), serta jangkauan pipa hantar mencapai 1.500 meter (1,5 km). Berdasarkan diskusi antara tim pengabdi dan tim teknis Desa Benteng Raja, disimpulkan bahwa performa pompa hidram III sudah optimal, sehingga pompa hidram III dipilih untuk diaplikasikan pada sistem SPAM.



Gambar 9. Performa desain pompa hidram III

## Kesimpulan

Program pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada pendampingan dalam perancangan pompa hidram untuk sistem penyediaan air minum di Desa Benteng Raja, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur. Permasalahan yang dihadapi terkait dengan kondisi topografi wilayah yang sulit dialirkan, di mana elevasi sumber air berada di bawah pemukiman penduduk di Desa Benteng Raja, Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hal ini menyebabkan kesulitan bagi masyarakat dalam memperoleh air minum dan air bersih, di mana masyarakat harus menempuh jarak ratusan meter untuk mencapai sumber air. Pemerintah desa bersama masyarakat berharap agar air dari mata air Wae Menang dan Wae Belang dapat dialirkan dan didistribusikan ke wilayah Desa Benteng Raja.

Upaya yang dilakukan adalah merancang SPAM yang sederhana dan ekonomis dalam pengoperasian, terutama dalam penggunaan pompa, mengingat topografi wilayah yang berbukit-bukit. Tim teknis Desa Benteng Raja berkolaborasi dengan tim pengabdian dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Janabadra untuk memberikan pendampingan dalam pembuatan desain pompa hidram pada SPAM di Desa Benteng Raja. Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini juga didukung oleh partisipasi masyarakat secara swadaya selama observasi dan pengamatan langsung ke lokasi sumber air, lokasi reservoir, serta saat instalasi desain pompa hidram dan uji performa setiap desain.

Hasil pengukuran di sumber mata air Wae Menang menunjukkan debit sebesar 1,42 l/s, sementara di Wae Belang diperoleh debit sebesar 1,23 l/s, sehingga total debit dari kedua sumber mata air ( $Q_{\text{sumber}}$ ) adalah 2,65 l/s. Performa desain pompa hidram I, yang merupakan pompa awal dengan ukuran terkecil, menghasilkan debit relatif kecil sebesar 0,65 l/s, dengan panjang pipa pemasukan mencapai 15 meter dan jangkauan pipa hantar hanya 100 meter, sehingga diperlukan desain yang lebih besar. Performa desain pompa hidram II menunjukkan debit sebesar 1,15 l/s, dengan panjang pipa pemasukan 30 meter dan jangkauan pipa hantar 500 meter. Meskipun kondisi ini tergolong baik, jangkauan pipa hantar yang dihasilkan masih belum memenuhi persyaratan ketinggian tekanan yang diperlukan untuk mencapai reservoir. Pada performa desain pompa hidram III, diperoleh debit

sebesar 1,44 l/s, dengan panjang pipa pemasukan yang sama seperti desain pompa hidram II, dan jangkauan pipa hantar mencapai 1.500 meter (1,5 km). Berdasarkan hasil diskusi antara tim pengabdian dan tim teknis Desa Benteng Raja, disimpulkan bahwa performa pompa hidram III sudah optimal, sehingga desain pompa hidram III dipilih untuk diaplikasikan pada sistem SPAM.

### **Pengakuan/Acknowledgements**

Ucapan Terimakasih kepada LPPM yang telah memberikan dukungan untuk program Pengabdian Kepada Masyarakat.

### **Daftar Referensi**

- Ariyanti, Reska, and Muhamad Lutfi. 2023. "Pengembangan Bangunan Infrastruktur Air Bersih Desa Cinangka Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor." *SINKRON: Jurnal Pengabdian Masyarakat UIKA Jaya* 1, no. 1 (February): 18–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.32832/jpmuj.v1i1.1670>.
- Asrasal, Aswad, Ahmad Efendi, and Wa Ode Egawati. 2023. "Analisis Besaran Iuran Pemakaian Air Bersih Pada Sistem Penyediaan Air Minum Desa Tumada." *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 4, no. 3 (August): 6400–6403. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/cdj.v4i3.17915>.
- Darnas, Yeggi. 2018. "Evaluasi Kebutuhan Air Minum Untuk Kota Banda Aceh Dalam Mencapai Akses Universal Tahun 2019." *Jurnal Civronlit Unbari* 3, no. 2 (October): 104–10. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33087/civronlit.v3i2.40>.
- Fadiah, Miftaqhul, and Ayu Kurnia Ratnasari. 2022. "Perencanaan Embung Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik Desa Ngorogunung Kecamatan Bubulan Kabupaten Bojonegoro." *Jurnal Teknik Sipil* 7, no. 1 (January): 58–70. <https://doi.org/https://doi.org/10.56071/deteksi.v7i1.401>.
- Jafri, Muhamad. 2020. "Analisis Perubahan Debit Aliran Pada Pipa Keluar Dan Efisiensi Akibat Perubahan Diameter Katup Pengantar." *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana* 7, no. 2 (April): 15–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.35508/ljtmu.v7i01.3380>.
- Jafri, Muhamad, Nurhayati, Dominggus G H Adoe, and Gusnawati. 2020. "Karakteristik Massa Katup Limbah Dan Tinggi Angkat Terhadap Efisiensi Pompa Hidram 3 Inchi." *Jurnal Teknik* 18, no. 2 (December): 91–100. <https://doi.org/https://doi.org/10.37031/jt.v18i2.131>.
- Nuraga, I Ketut, and Dewa Ayu Putu Adhiya Garini Putri. 2024. "Perencanaan Sistem Penyediaan Air Minum Di Desa Lolo Wano, Kecamatan Tanarighu Kabupaten Sumba Barat, Nusa Tenggara Timur." *KAIBON ABHINAYA: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT* 6, no. 1 (January): 88–94. <https://doi.org/https://doi.org/10.30656/ka.v6i1.6942>.

- Prabowo, Yani, and Martini Martini. 2023. "Implementasi Pompa Hidram Sebagai Irigasi Pertanian Ramah Lingkungan Di Desa Batu Retno Wonogiri." *Sebatik* 27, no. 1 (June): 162–71. <https://doi.org/https://doi.org/10.46984/sebatik.v27i1.2290>.
- Putra, Ismet Eka, Dedi Wardianto, and Agung Pratama. 2024. "Variasi Ketinggian Sumber Air Terhadap Tekanan Dan Debit Air Pompa Hidram." *Jurnal Teknologi Dan Vokasi* 2, no. 2 (July): 77–83. <https://doi.org/https://doi.org/10.21063/jtv.2024.2.2.9>.
- Riswandi, Agus. 2008. "Potensi Air Bersih Di Kawasan Segara Anakan." *Jurnal Geografi* 8, no. 2. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/gea.v8i2.1699.g1150>.
- Shofiyah, Qurrotus, Rahayu Pradita, Mohamad Ilham Hilal, and Zulis Erwanto. 2023. "IBM HIPPAM Kelurahan Giri Melalui Konsep Infrastruktur Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Jaringan Perpipaan." *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat* 8, no. 1 (April): 115–20. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v8i1.3493>.
- Suhara, Ade, Afif Hakim, Ahmad Farhat, and Yogy Atur Prasetyo. 2024. "Perawatan Alat Pompa Hidram Untuk Pengairan Tanaman Padi Di Desa Karangligar Kecamatan Teluk Jambe Barat Kabupaten Karawang." *JURNAL BUANA PENGABDIAN* 6, no. 2 (August): 85–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.36805/jurnalbuanapengabdian.v6i2.7968>.
- Suhartawan, Bambang, Alfred B Alfons, Sarah A Rumawak, and Gaspar B Balabuana. 2023. "Pemenuhan Kebutuhan Masyarakat Terhadap Air Bersih Dikampung Hobong Distrik Sentani Kabupaten Jayapura." *JURNAL ABDIMAS DINAMIS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 4, no. 1 (February): 14–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.58839/jad.v4i1.1168>.
- Hosaini, H., Kandiri, K., Minhaji, M., & Alehirish, M. H. M. (2024). Human Values Based on Pancasila Viewed from Islamic Education. *Al-Hayat: Journal of Islamic Education*, 8(2), 539-549.
- Tanjung, Saydina Maya, Jirza Raisa Fahira, Muhammad Walid, Diky Syahputra, and Irma Yusriani Simamora. 2024. "Pemanfaatan Pembangunan Sistem Pengelolaan Air Minum (SPAM) Regional Mebidang Pada Masyarakat Di Jalan Medan-Binjai Say." *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam* 5, no. 1 (August): 523–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.47467/elmal.v5i1.4843>.
- Ucok, Mulyo Sugeng, and Imam Yafi Mukhtar. 2020. "Perancangan Pompa Hidram Pada Tabung Udara Dengan Metode VDI 2221." *TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi Dan Informatika* 7, no. 1 (January): 36–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.37373/tekno.v7i1.7>.
- Qomar, M., & Fitri, A. Z. (2024). Innovative Learning Strategies for Islamic Religious Education Based on Merdeka Belajar Curriculum in Vocational High Schools. *Al-Hayat: Journal of Islamic Education*, 8(3), 966-981.
- Hosaini, H., Subaidi, S., Hamzah, M. Z., Simbolon, N. Y., & Sutiapermana, A. (2024). Tawheed-Based Pedagogy: Empowering Islamic Education Through Community Engagement And



## DEDICATION

Jurnal Pengabdian Masyarakat  
Lembaga Penelitian dan  
Pengabdian Masyarakat  
Universitas Bondowoso

Vol. 4 No. 2, Bulan, oktober 2024,

- 
- Pesantren Tradition. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 4(4), 353-360.
- Muis, A., Eriyanto, E., & Read, A. (2022). Role of the Islamic Education teacher in the Moral Improvement of Learners. *Jurnal At-Tarbiyat: Jurnal Pendidikan Islam*, 5(3).
- Hosaini, H., Qomar, M., Kojin, K., & Sibilana, A. R. (2024). Integration of School Curriculum and Islamic Boarding Schools in Preparing the Golden Generation with holistic intelligence. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 205, p. 03001). EDP Sciences.
- Zulfiar, Muhammad Heri. 2020. "Penerapan Teknologi Pompa Hidram Bagi Masyarakat Pedesaan." *Berdikari: Jurnal Inovasi Dan Penerapan Ipteks* 8, no. 1 (February): 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.18196/bdr.8171>.
- Hosaini, H., Fitri, A. Z., Kojin, K., & Alehirish, M. H. M. (2024). The Dynamics of the Islamic Education System in Shaping Character. *Edukasia: Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 19(1), 79-98.