

Perancangan, Pembuatan dan Instalasi Pompa Hidram di Desa Cikiray Kabupaten Sukabumi

Marsono¹, Syahril Sayuti², Muhammad Pramuda Sirodz³, Aditiya Ilham Sujana⁴,
Nandita Anggraeni P.⁵, M. Rizky Ramadhan⁶, Ari Nur Rohman⁷.

^{1,2,3,4,5,6,7}Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia

Email: marsono@itenas.ac.id¹,

Received 4 Mei 2022 / Revised 10 Juni 2022 / Accepted 1 Juli 2022

ABSTRAK

Desa Cikiray memiliki potensi sumber air yang sangat besar karena desa ini berbatasan langsung dengan Taman Nasional Gunung Halimun di sebelah utara sehingga sumber mata airnya sangat terjaga. Ironisnya, potensi air yang melimpah ini belum bisa dimanfaatkan oleh warga desa secara maksimal. Bahkan warga desa yang tinggal di perbukitan mengalami kesulitan mendapatkan air bersih, terutama untuk keperluan air minum dan memasak. Pemasangan pompa air listrik tidak mungkin dilakukan karena jarak yang jauh dari sumber listrik. Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk membantu warga desa Cikiray memecahkan masalah ini adalah dengan memasang pompa hidram yang dapat dioperasikan tanpa tenaga listrik. Pompa hidram yang dipasang di desa Cikiray memberikan kinerja yang cukup memuaskan walaupun belum mencapai target yang diinginkan. Setidaknya 72% dari kebutuhan air minum warga di 2 RW di desa Cikiray sudah dapat terpenuhi dengan adanya instalasi pompa hidram ini.

Kata kunci: pompa hidram, air bersih, desa Cikiray

ABSTRACT

Cikiray village has a very large potential for water resources because this village is directly adjacent to the Mout Halimun National Park that the springs are very well preserved. Ironically, this abundant water potential has not been fully utilized by the villagers. Even villagers in hilly areas have difficulty getting clean water, especially for drinking and cooking purpose. Installation of an electric pump is not possible due to the long distance from the electrical power source. Solution that can be done to help the villagers is to install a hydraulic ram pump that can be operated without electricity. The hydraulic ram pump that installed in the Cikirya Village shows a fairly good performance even though it has not yet reached the desired target. At least 72% of drinking water needs in 2 RWs in Cikiray Village can be met with the installation of this hydraulic ram pump.

Keywords: hydraulic ram pump, clean water, Cikiray village

1. PENDAHULUAN

Desa Cikiray terletak di wilayah Kecamatan Cikidang kabupaten Sukabumi. Desa Cikiray memiliki wilayah seluas 261.02 Ha dimana 61.25 Ha di antaranya adalah lahan pertanian sedangkan pemukiman penduduknya menempati lahan seluas 28.62 Ha. Wilayah desa Cikiray berada pada ketinggian 850-900 mdpl. Desa Cikiray berbatasan langsung dengan Taman Nasional Gunung Halimun di sebelah utara, menjadikan desa ini memiliki sumber mata air yang terjaga. Desa Cikiray ini memiliki topografi yang relatif berbukit-bukit serta dilalui oleh tiga sungai, yaitu Sungai Cikiray, sungai Cimantaja dan Sungai Citarik [1]. Ketiga sungai besar tersebut tidak pernah kering pada saat musim kemarau.

Ironisnya, potensi air yang melimpah di Desa Cikiray belum bisa dimanfaatkan oleh warga desa secara maksimal. Bahkan warga desa yang tinggal di perbukitan mengalami kesulitan mendapatkan air bersih, terutama untuk keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya.. Hasil wawancara dengan kepala desa, permasalahan tentang kebutuhan air di desa Cikiray kabupaten Sukabumi ini muncul terutama pada saat musim kemarau karena permukaan air sumur gali yang turun dan warga desa harus mencari sumber air lain yang jaraknya cukup jauh dari pemukiman. Pemasangan pompa air listrik di sumber air yang ada di Desa Cikiray tidak mungkin dilakukan karena jarak yang jauh dari sumber listrik. Di sisi lain, warga desa masih awam tentang teknologi sederhana yang dapat digunakan untuk memompa air dari sumber yang lokasinya jauh tanpa memerlukan tenaga listrik, genset, ataupun penggerak motor bakar.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk membantu warga desa Cikiray memecahkan masalah kesulitan air bersih adalah membuat pompa hidram yang dapat dioperasikan dengan mudah dan murah tanpa menggunakan listrik. Pompa hidram sangat cocok digunakan di pedesaan yang jauh dari sumber listrik namun memiliki kemampuan luar biasa, yaitu memiliki daya angkat vertikal maksimum dapat sampai duapuluh kali tinggi jatuh vertikal [2]. Pemasangan pompa hidram di desa Cikiray ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air warga di 2 RW di desa Cikiray dan dapat menggulirkan perekonomian warga desa terutama pada saat musim kemarau. Lebih jauh lagi, dengan adanya contoh sebuah pompa hidram, warga desa diharapkan dapat membuat sendiri pompa hidram untuk keperluan yang lebih banyak.

Lebih jauh lagi, warga juga akan dilatih untuk dapat mengoperasikan dan merawat pompa hidram tersebut. Pelatihan yang terkait dengan pembuatan, pengoperasian, dan perawatan juga diberikan kepada warga dengan harapan warga desa dapat mengoperasikan pompa tersebut serta dapat mengatasi masalah yang mungkin timbul pada pompa hidram tersebut. Warga desa diharapkan dapat membuat sendiri pompa hidram tersebut jika memang dibutuhkan lebih banyak

2. METODOLOGI

2.1 Survei Awal

Survei bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data yang dibutuhkan sebagai dasar untuk merancang dan membuat pompa hidram serta jaringan pipa distribusi air bersih yang sesuai dengan kebutuhan warga desa Cikiray. Data yang diperlukan mencakup pemetaan kondisi desa, mulai dari kondisi geografis serta target jumlah warga yang akan mendapat distribusi air bersih. Sesuai dengan rencana program desa untuk memperbaiki pengaturan distribusi air minum warga desa, target penerima suplai air minum ini difokuskan untuk warga di 2 RW dengan total kepala keluarga sebanyak 150 KK yang masing-masing KK diperkirakan terdiri dari 8 jiwa. Dengan demikian total warga yang akan mendapat manfaat air bersih adalah sebanyak 1.200 jiwa.

Data lain yang juga diperlukan adalah data potensi sumber air yang akan langsung terkait dengan rancangan pompa hidram. Data yang diperlukan mencakup besar debit dari sumber air dan tinggi jatuh (*head*) yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan mekanisme pompa hidram. Selain itu diperlukan data tentang posisi titik sumber mata air, posisi titik penempatan pompa dan titik penempatan bak penampungan air sebelum didistribusikan ke warga desa. Kegiatan pengukuran debit air dapat dilihat pada Gambar 1. Kegiatan penampang aliran air survai potensi sumber air minum terlihat pada Gambar 2. Kegiatan pengukuran posisi mata air dengan menggunakan alat GPS dapat dilihat pada Gambar 3. Kegiatan pengukuran posisi bak penampungan air dengan menggunakan alat GPS dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 1. Pengukuran debit air



Gambar 2. Mengukur penampang aliran air



Gambar 3. Pengukuran posisi mata air dengan menggunakan alat GPS



Gambar 4. Pengukuran posisi bak penampungan air dengan menggunakan alat GPS

Warga desa Cikiray yang akan mendapatkan suplai air minum adalah sebanyak 150 keluarga, yang mana setiap satu keluarga umumnya terdiri dari 8 jiwa. Dengan perhitungan kebutuhan per hari per jiwa sebanyak 20 liter, maka air yang harus disediakan adalah sebanyak :

$$150 \text{ KK} \times 8 \text{ jiwa/KK} \times 20 \text{ liter/hari} = 24.000 \text{ liter/hari (24 m}^3\text{/hari)}$$

Hasil pengukuran debit pada saat survai diperoleh potensi air dengan debit aliran sebesar 78 liter/menit. Jika dikonversikan ke dalam satu hari maka diperoleh debit air sebesar 112.320 liter/hari atau 112,320 m³/hari. Dengan asumsi efisiensi pompa hidram sebesar 30%, maka air yang dapat disediakan dari penggunaan pompa hidram adalah sebanyak :

$$30\% \times 112,32 \text{ m}^3\text{/hari} = 33,70 \text{ m}^3\text{/hari.}$$

Suplai alir yang tersedia sebanyak 33,70 m³/hari tersebut akan dapat memenuhi kebutuhan air minum warga sebanyak 24 m³/hari (lihat perhitungan sebelumnya).

Titik-titik posisi penting yang diperoleh dengan bantuan alat GPS, yaitu ketinggian titik sumber mata air, lokasi bak penampungan sumber air, lokasi pemasangan pompa hidram dan lokasi bak penampungan akhir dapat dilihat pada Tabel . Titik posisi bujur dan lintangnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Lokasi Tinggi instalasi pompa hidram (mdpl)

No	Bangunan	Posisi Ketinggian
1	Lokasi bak penampungan sumber air	291 msl (meter sea level)
2	Lokasi pemasangan pompa hidram	285 msl (meter sea level)
3	Lokasi bak penampung akhir	320 msl (meter sea level)

Tabel 2. Lokasi posisi bujur dan lintang pemasangan pompa hidram

No	Bangunan	Bujur (Easting)	Lintang (Northing)	Ketinggian (Elevation)
1	Bak Tampung	678030.00 m E	9235830.00 m S	320 msl
2	Intake Pompa	678225.00 m E	9236157.00 m S	291 msl
3	Pompa	678241.00 m E	9236162.00 m S	285 msl

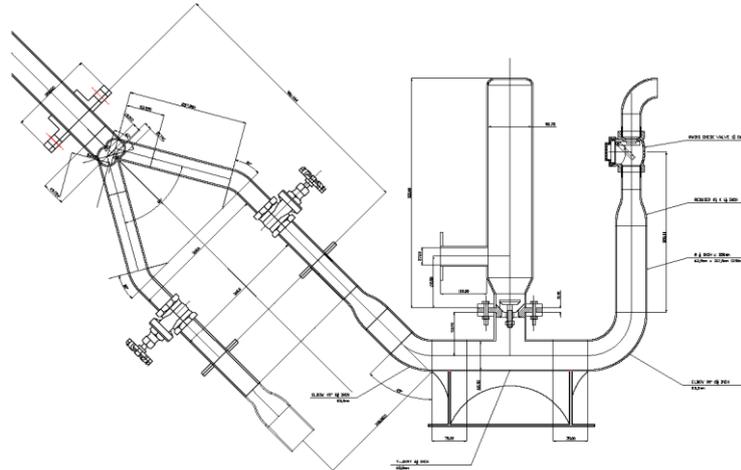
2.2. Perancangan dan pembuatan pompa hidram

Dari survai diketahui bahwa debit mata air yang dimanfaatkan untuk sumber air minum warga desa Cikiray adalah sebesar 1,3 liter/detik atau sebesar 78 liter/menit. Dimensi pompa hidram yang diperlukan untuk menyuplai air minum warga dapat ditentukan melalui Tabel 3. Berdasarkan debit masukan air sebesar 78 liter/menit maka dipilih pipa saluran masuk pompa sebesar 2,5 inci.

Tabel 3. Jumlah minimum dan maksimum kebutuhan air untuk berbagai ukuran hidraulik ram [3]

Pipa saluran masuk		Pemasukan Minimum	Pemasukan Maksimum
(Inci)	(Milimeter)	(Liter/Menit)	(Liter/Menit)
1	25	7,6	37,9
1,5	37	17,1	56,8
2	51	30,3	94,6
2,5	63,5	56,8	151,4
3	76	94,6	265
4	102	151,4	378,5

Adapun detail rancangan pompa hidram yang dibuat terlihat pada Gambar 5. Pompa hidram dirangkai dari komponen-komponen fitting pipa yang tersedia di pasaran untuk mempercepat pembuatannya. Adapun komponen-komponen fitting pipa yang telah tersedia di pasaran antara lain adalah : sambungan T, *elbow* 90°, *elbow* 45°, *reducer* 4 x 2½ inch, *reducer* 2 ½ x 1 ½ inch, serta pipa ukuran 4 inch, 2 ½ inch dan 1 ½ inch. Selain komponen-komponen yang telah tersedia di pasaran, terdapat juga komponen yang harus dibuat sendiri, yaitu flens dan katup satu arah ke dalam *air chamber*.



Gambar 5. Detail rancangan pompa hidram

Pembuatan pompa hidram sebagian dilakukan dengan proses proses pengelasan dan beberapa komponen dibuat dengan proses pemesinan. Perakitan komponen yang dilakukan dengan cara dilas adalah sambungan yang permanen. Badan pompa hidram yang disusun dari sambungan-T, *elbow* 90°, *elbow* 45°, pipa 2 ½ inch, pipa 1 ½ inch, *reducer* 2 ½ x 1 ½ inch. dan *flens* dirangkai dengan menggunakan sambungan las. *Air chamber* yang disusun dari pipa 4 inch, pipa 2 ½ inch, *reducer* 4 x 2½ inch, plat 8 mm dan *flens* juga dirangkai dengan sambungan las. Percabangan pipa dirangkai dari pipa 2½ inch, pipa 1½ inch dan *elbow* 30° dengan cara dilas.

Sambungan yang tidak permanen, yaitu sambungan dari pipa saluran masuk ke badan pompa hidram, sambungan badan pompa hidram ke *air chamber* dan sambungan badan pompa hidram ke katup searah dibuat dengan sambungan *flens*. *Flens* untuk keperluan ini dibuat dengan proses pemesinan dan dirangkai dengan badan pompa hidram dengan cara dilas.

Komponen yang juga penting dalam rakitan pompa hidram ini adalah katup gerbang (*gate valve*) dan katup searah (*check valve*). Katup gerbang 1 ½ inch digunakan untuk mengatur aliran air masuk ke masing-masing pompa hidram yang dirangkai dengan sambungan ulir. Katup satu arah 1½ inch digunakan untuk membangkitkan water hammer yang menjadi penggerak utama pada pompa hidram. Katup ini dirangkai dengan pompa hidram dengan sambungan ulir.

Proses pembautan pompa hidram melibatkan semua anggota tim yang terdiri dari dosen, teknisi dan mahasiswa seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7. Pompa hidram yang telah selesai dibuat terlihat pada Gambar 8.

Untuk keperluan air minum warga desa Cikiray, dipersiapkan 2 buah pompa hidram yang outputnya disatukan (secara paralel). Penggunaan 2 pompa hidram ini ditetapkan untuk memanfaatkan debit air yang kemungkinan meningkat pada saat musim penghujan. Data debit air yang diperoleh di awal pelaksanaan PKM ini adalah data pada saat musim kemarau di mana debit airnya diperkirakan lebih kecil daripada debit air di musim hujan. Berdasarkan debit air pada musim kemarau, pompa dirancang dengan debit air minimum dan dapat diakomodasi dengan satu buah pompa.



Gambar 6. Proses pengelasan dalam pembuatan pompa hidram



Gambar 7. Keterlibatan mahasiswa dalam proses pembuatan pompa hidram



Gambar 8. Kemajuan pembuatan pompa hidram

2.3. Instalasi pompa hidram dan uji coba

Instalasi pompa hidram dilaksanakan pada tempat yang telah ditentukan dengan melibatkan warga dan perangkat desa. Proses instalasi pompa dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah tahap persiapan pondasi dan *base-plate* serta pembuatan bak penampungan sumber air. Tahap kedua adalah tahap pemasangan dan setting pompa hidram.

Tahapan persiapan (pembuatan) pondasi dan pemasangan *base-plate* dilakukan secara bersamaan. Pondasi dan *base-plate* disiapkan lebih dahulu sebelum pompa hidram dipasang. Pondasi dan *base-plate* pompa hidram akan menumpu beban dari berat pompa hidram serta beban dari *water hammer* yang terjadi selama pompa bekerja. Oleh karena itu, pondasi dan *base-plate* ini harus dipersiapkan dengan baik dengan cara dicor. Proses pembuatan pondasi ini memerlukan waktu minimal selama satu minggu agar coran beton kering dengan sempurna dan mengikat *base-plate* dengan kuat. Selain pembuatan pondasi dan pemasangan *base-plate*, warga desa juga memberikan bantuan berupa pembuatan bendungan untuk menampung air dari mata air. Kegiatan pembuatan pondasi dan pemasangan *base plate* dapat dilihat pada Gambar 9. Kegiatan pembuatan bendungan dapat dilihat pada Gambar 10.

Pemasangan dan uji coba pompa hidram dilakukan setelah pondasi cor betion kering dengan sempurna. Bersamaan dengan pemasangan pompa hidram, dilakukan juga uji coba dan penyetelan (*setting*) pompa hidram agar memberikan performa yang maksimal.



Gambar 9. Pembuatan pondasi dan pemasangan *base plate*



Gambar 10. Bendungan dan saluran keluar air yang telah selesai

Pemasangan pompa hidram, saluran air dari bendungan ke pompa hidram serta pemasangan air menuju ke bak penampungan utama dilakukan bersama-sama oleh warga desa Cikiray dan tim PKM dari Itenas, seperti yang terlihat pada Gambar 11. Uji coba dan penyetelan pompa hidram dilakukan oleh tim PKM

dari Itenas lebih banyak melibatkan mahasiswa sebagai pelaksananya dan tim dosen sebagai pengarah. Kegiatan uji coba dan penyetelan pompa hidram dapat dilihat pada Gambar 12.

Uji coba kedua dilakukan setelah dilakukan perbaikan (modifkasi) pada katup limbah. Modifikasi katup pompa hidram dilakukan dengan menambahkan pegas agar katup limbah (waste valve) mampu menahan tekanan yang besar dari air yang jatuh dari bendungan. Pengujian dilakukan pada tanggal 8 Januari 2022 dengan hasil yang cukup memuaskan. Modifikasi katup ini telah memperbaiki kinerja pompa hidram dengan signifikan. Pompa hidram mampu menaikkan air sampai ke ketinggian 28 meter dari posisi pompa dengan debit air sebesar 12 liter/menit atau 17,28 m³/hari. Air yang keluar dari pipa penghantar (delivery terlihat pada Gambar 13.



Gambar 11. Pemasangan pompa hidram, saluran air masuk dan keluar.



Gambar 12. Uji coba dan penyetelan pompa hidram.



Gambar 13. Air yang keluar dari pipa penghantar (*delivery*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perancangan pompa berjalan cukup lancar walaupun terkendala situasi PPKM Covid-19. Kondisi PPKM Covid 19 sangat terasa ketika pelaksanaan PKM berada pada tahap pembuatan karena fasilitas di laboratorium CNC tidak dapat digunakan di masa PPKM. Hal ini membuat proses pembuatan pompa hidram terlambat dari jadwal yang direncanakan.

Proses pembuatan pompa hidram dapat dikatakan cukup lancar karena semua tahapan pembuatan sudah direncanakan dan dipersiapkan dengan baik. Pembagian tugas pembuatan setiap komponen pompa hidram dapat terdistribusi dengan baik hingga proses pembuatan pompa hiram berjalan dengan efektif. Kualitas fisik pompa hidram yang dihasilkan memiliki akurasi dan presisi komponen yang cukup baik. Komponen-komponen dari rakitan pompa hidram dapat dipasang dan dilepas dengan cukup mudah dan sambungannya cukup kokoh. Hal ini menunjukkan bahwa setiap komponen pompa hidram memiliki akurasi dan presisi yang cukup baik

Pengujian pompa hidram dilakukan di laboratorium konversi energi untuk mengetahui kinerja pompa hidram yang nantinya akan digunakan untuk menaikkan air dari titik sumber air ke bak penampungan utama. Hasil pengujian di laoratorium menunjukkan performa pompa hidram yang cukup baik, yaitu dapat menaikkan tekanan sampai 1 bar (1 atm) atau setinggi 10m dari tinggi jatuh air setinggi 2m.

Uji coba langsung di lokasi desa Cikiray belum memuaskan karena pompa hidram ini belum mampu mengangkat air sampai ke bak penampungan utama, tapi sudah mampu menaikkan air setinggi 11 meter atau 4 meter di atas bendungan. Hasil uji coba ini juga memberikan informasi baru bahwa tekanan dari air yang jatuh dari bendungan sangat besar. Tekanan yang besar ini tidak hanya dihasilkan dari tinggi jatuh air yang tinggi, yaitu sekitar 6 sampai 7 meter, tapi juga disebabkan karena debit air yang cukup besar.

Debit air yang ada pada saat uji coba lebih besar dari data yang diperoleh pada saat survai. Dari hasil diskusi dengan kepala desa dan warga didapatkan informasi bahwa air yang keluar dari mata air ternyata memiliki beberapa cabang aliran dan ketika cabang-cabang aliran tersebut disatukan di dalam

bendungan maka debit air yang tertampung di bendungan menjadi lebih besar daripada data pada saat dilakukan survai.

Uji coba dilakukan kembali setelah dilakukan perbaikan (modifikasi) pada katup limbah. Pengujian kedua menunjukkan hasil yang cukup memuaskan walaupun belum mencapai target yang diinginkan. Pompa hidram dengan modifikasi katup mampu menaikkan air sampai ke ketinggian 28 meter dari posisi pompa dengan debit air sebesar 12 liter/menit atau 17,28 m³/hari. Ketinggian (head) yang dicapai, yaitu 28 meter, adalah sebesar 80% dari target ketinggian setinggi 35 meter. Debit yang dihasilkan, yaitu 17,28 m³/hari, sekitar 72% dari target debit yang diinginkan. Walaupun belum mencapai target yang diinginkan namun warga desa Cikiray menyambut baik adanya suplai tambahan air bersih untuk kebutuhan air minum ini.

Adapun usaha yang dapat dilakukan untuk mencapai target kebutuhan air minum untuk warga desa ini dapat dilakukan lebih lanjut dengan beberapa cara. Cara pertama adalah mencari sumber-sumber air bersih terdekat untuk dialirkan dan dikumpulkan ke dalam bendungan, sehingga suplai air yang dapat diangkat oleh pompa hidram juga menjadi bertambah. Hal ini masih memungkinkan karena desa Cikiray memiliki banyak sumber mata air yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Cara lain yang juga dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air minum warga desa Cikiray adalah dengan mencari sumber mata air di titik yang lain dan memasang pompa hidram di titik tersebut.

4. KESIMPULAN

Rancangan pompa hidram telah sesuai dengan potensi air yang tersedia di desa Cikiray kabupaten Sukabumi. Proses pembuatan pompa hidram berjalan lancar dan efektif serta menghasilkan pompa dengan kualitas fisik yang baik. Akurasi dan presisi komponen cukup baik sehingga dapat dirakit dan dilepas dengan mudah. Fungsi dan kinerja dari pompa hidram cukup memuaskan walaupun belum mencapai target yang diinginkan. Setidaknya 72% dari kebutuhan air minum warga di 2 RW di desa Cikiray sudah dapat terpenuhi dengan adanya instalasi pompa hidram ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Itenas yang telah membiayai segala kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, mulai dari perencanaan, pelaksanaan sampai kepada serah terima aset kepada penerima hibah di desa Cikiray kabupaten Sukabumi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. <https://www.cikiray.desa.id/> diakses pada tanggal 28 Februari 2021
- [2]. Herlambang, A., & Wahjono, H. D. (2006). Rancang Bangun Pompa Hidram untuk Masyarakat Pedesaan. *Jurnal Air Indonesia*, 2(2). <https://doi.org/10.29122/jai.v2i2.2309>
- [3]. Silver, M. (1977). *Use of Hydraulic Rams in Nepal: A Guide to Manufacturing and Installation Rams in Nepal: A Guide to Manufacturing and Installation*