

PROGRAM PELATIHAN PEMBUATAN DAN PENGELOLAAN POMPA HYDRAM BAGI MASYARAKAT DI KECAMATAN PARONGPONG KABUPATEN BANDUNG BARAT

Nandan Supriatna¹, Istiqomah², Dedi Purwanto³

^{1,3}Prodi Teknik Bangunan FPTK UPI

²Prodi Teknik Sipil FPTK UPI

Email nandan@upi.edu

Abstrak

Pompa hidram adalah pompa air dijalankan dengan tenaga air itu sendiri. Pompa tersebut bekerja dengan menggunakan energi air yang jatuh ketinggian kecil untuk mengangkat sebagian kecil dari jumlah air ke ketinggian yang lebih besar. Dengan cara ini, air dari mata air atau sungai di lembah dapat dipompa ke daerah di lereng bukit. [Keuntungan utama dan keunikan pompa hidram adalah bahwa dengan aliran air yang kontinu, pompa hidram beroperasi secara otomatis dan terus menerus tanpa sumber energi eksternal lainnya - baik itu listrik atau bahan bakar hidrokarbon, sehingga biaya operasionalnya rendah. Pompa hidram ini sangat sesuai untuk digunakan di daerah, dimana terdapat sumber air yang mempunyai head rendah, serta diperlukan memompa air kelokasi pemukiman yang mempunyai elevasi lebih tinggi dari sumber air tersebut. Pada kondisi seperti inilah pompa hidram menjadi sangat bermanfaat sekali, karena pompa ini tidak membutuhkan sumber daya lain selain energi kinetik dari air yang mengalir itu sendiri. Kegiatan pelatihan pembuatan dan pemeliharaan pompa hidram bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat dalam hal pembuatan dan pemeliharaannya, sebagai alternatif penghematan tenaga listrik dan pemenuhan kebutuhan air bersih. Metode kegiatan yang, digunakan dalam pelatihan ini adalah ceramah dan demonstrasi serta praktek dan pembimbingan. Metode Ceramah dan Demonstrasi digunakan untuk memberikan informasi dan pengetahuan peserta berbagai hal yang berkaitan, dengan teknologi hidram. Adapun praktek dan pembimbingan digunakan untuk memberikan kesempatan berlatih membuat hidram.

Kata Kunci : Pelatihan, pompa hidram, air bersih.

Abstract

Hydraulic ram is a water pump run by water power itself. The pump works by using the energy of water falling a small height to lift a fraction of the amount of water to greater heights. In this way, water from springs or rivers in the valley can be pumped into the area on the hillside. The main advantage and uniqueness Hydraulic ram is that with continuous water flow, Hydraulic ram operates automatically and continuously without any external energy source - be it electrical or hydrocarbon fuel, thus low operating costs. Hydraulic ram is very suitable for use in areas, where there is a water source that has a low head, and is required to localized water pump housing having a higher elevation than the water source. In conditions like this, Hydraulic ram becomes very useful, because this pump does not require a power source other than the kinetic energy of flowing water itself. Training activities manufacture and maintenance of Hydraulic ram aims to improve public education in terms of manufacture and maintenance, as an alternative power saving electricity and clean water supply. Method activities, used in this training is a lecture and demonstration and practice and coaching. Lecture and demonstration methods are used to provide information and knowledge of participants of various things related, with hidram technology. The practice and coaching are used to provide kesempatan practice makes hidram.

Keywords : Training, Hydraulic ram, clean water.

PENDAHULUAN

Air merupakan sarana yang penting dalam kehidupan manusia dan hewan maupun tumbuh-tumbuhan. Di samping itu air juga merupakan sumber tenaga yang disediakan oleh alam yang dapat digunakan sebagai pembangkit tenaga mekanis. Kenyataan telah menunjukkan bahwa ada banyak daerah di pedesaan yang mengalami kesulitan penyediaan air, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun untuk kegiatan pertanian. Sebenarnya untuk mengatasi keadaan tersebut, pemakaian pompa air, baik yang digerakkan oleh tenaga listrik maupun oleh tenaga diesel telah lama dikenal oleh masyarakat desa, tetapi pada kenyataannya masih banyak masyarakat pedesaan yang belum memilikinya. Hal ini disebabkan karena kemampuan daya beli masyarakat desa masih terbatas, dan pada penggunaan suatu unit pompa-pompa bermesin dibutuhkan tenaga operator yang terampil. Di samping itu, alat tersebut harus mempunyai kualitas yang baik dan tersedianya suku cadang yang mudah diperoleh di pasaran bebas.

Untuk dapat menanggulangi masalah penyediaan air baik untuk kehidupan maupun untuk kegiatan pertanian, peternakan dan perikanan khususnya di daerah pedesaan, maka penggunaan pompa Hidraulik ram (hidram) yang sangat sederhana, baik dalam pembuatannya dan juga dalam pemeliharaannya, mempunyai prospek yang sangat baik.

Pompa hidram sudah digunakan sejak dua abad lalu di banyak tempat di dunia. Pompa hidram pertama dibuat oleh John Whitehurst pada tahun 1775. Kesederhanaan dan kemudahan dalam pemeliharaan membuat pompa hidram sukses secara komersial, terutama di Eropa sebelum digunakan secara luas tenaga listrik dan mesin pompa. Di Amerika, pompa hidram terbesar pernah dibuat dengan diameter 300

mm mampu memompa 1700 liter/menit sampai ketinggian 43 meter. Namun karena perkembangan teknologi yang pesat dan meningkatnya ketergantungan pada bahan bakar fosil, maka pompa hidram diabaikan. Akhir - akhir ini dengan meningkatnya perhatian pada peralatan-peralatan untuk energi terbarukan dan kesadaran kebutuhan teknologi di negara berkembang, pompa hidram mulai dipakai kembali.

Pompa hidram bekerja tanpa menggunakan bahan bakar atau tambahan energi dari luar. Pompa ini memanfaatkan tenaga aliran air yang jatuh dari tempat suatu sumber air dan sebagian dari air itu dipompakan ke tempat yang lebih tinggi. Pada berbagai situasi, penggunaan pompa hidram memiliki banyak keuntungan dibandingkan penggunaan jenis pompa air lainnya, diantaranya, tidak membutuhkan bahan bakar atau tambahan tenaga dari sumber lain, tidak membutuhkan pelumasan, bentuknya sangat sederhana, dan biaya pembuatannya serta pemeliharaannya sangat murah dan tidak membutuhkan keterampilan teknik tinggi untuk membuatnya. Selain itu pompa ini mampu bekerja dua puluh empat jam per hari. Pompa hidram sangat tepat untuk daerah-daerah yang penduduknya mempunyai keterampilan teknis yang terbatas, karena pemeliharaan yang dibutuhkan sederhana.

TUJUAN DAN SASARAN

Kegiatan ini bertujuan untuk menerapkan teknologi sederhana bagi masyarakat pedesaan, khususnya yang memiliki masalah penyediaan air bersih. Sedangkan sasarannya adalah membantumeningkatkan keterampilan masyarakat desa dengan teknologi sederhana untuk mengatasi permasalahan ketersediaan air bersih khususnya bagi desa yang memiliki sumber air yang berada di bawah dimana lokasi desa itu berada.

MANFAAT KEGIATAN PKM

Kegiatan PKM pengembangan desa binaan berbasis kemitraan ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan, pemahaman, dan ketrampilan bagi masyarakat Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat khususnya dalam hal perencanaan, pemilihan bahan dan penyebab-penyebab pompa hydram tidak dapat berfungsi. Di samping itu diharapkan menumbuhkan kesadaran bagi masyarakat terutama di sekitar Parongpong untuk memanfaatkan potensi alam yang ada secara optimal

KHALAYAK SASARAN

Kegiatan ini pada awalnya direncanakan berlokasi di daerah Cigugur Girang Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat, tetapi karena lahan yang akan digunakan sumber airnya tidak memenuhi syarat untuk pemasangan pompa hydram maka lokasi kegiatan dipindahkan ke Pondok Pesantren Darul Inaayah di Desa Cipeusing Kecamatan Cisarua Kabupaten Bandung Barat. Khalayak sasaran pada kegiatan pelatihan dan pengelolaan pompa Hydram ini adalah warga Pondok Pesantren Darul Inaayah serta warga disekitarnya.

METODE KEGIATAN

Metode kegiatan yang digunakan dalam pelatihan ini adalah sebagai berikut:

a. Ceramah dan Demonstrasi

Metode ini digunakan untuk memberikan informasi dan pemahaman peserta tentang berbagai hal yang berkaitan dengan pembuatan pompa Hydram mulai dari desain, perhitungan, bahan dan lain-lain.

b. Praktek dan Pembimbingan

Metode ini digunakan untuk memberikan kesempatan berlatih membuat pompa hidram secara tepat.

KAJIAN PUSTAKA

Pompa Hydram, berasal dari kata *Hydraulic Ram Pump*, yang berarti pompa air dengan tenaga hantaman air. Pompa hydram ini menggunakan energi tekanan air untuk menaikkan air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Dengan adanya tekanan air yang masuk pada pipa hydram dan digabungkan dengan teknologi klep (penyearah aliran) maka terjadilah apa yang dinamakan dengan *water hammer* (palu air). Palu air inilah yang mendorong air hingga bisa naik ke daerah yang lebih tinggi.

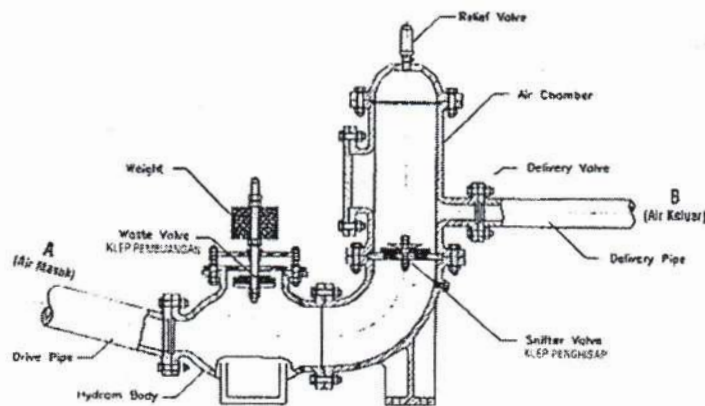
Dikarenakan pompa air hydram ini menggunakan tekanan air alam yang ada, maka kebutuhan tekanan air awal menjadi penting sekali untuk diperhitungkan. Berdasarkan hasil penelitian dan percobaan sebelumnya, pompa hydram ini dapat di simbolkan dengan 1 : 6. Adapun maksud dari 1 : 6 ini adalah 1 meter luncuran sumber air dapat menaikkan air setinggi 6 meter. Jadi jika kita ingin menaikkan air setinggi 60 meter, maka dibutuhkan sumber luncuran air setinggi 10 meter. Adapun efektifitas air yang dapat di naikan sekitar 40%. Hal ini pun merupakan bahan pertimbangan dalam merencanakan pompa hydram tersebut, karena dengan efektifitas pengambilan sumber air sebanyak 40%, hal ini berarti 40% air di alirkan ke atas (ke daerah yang di harapkan), dan sisanya sebesar 60% tetap di alirkan ke bagian bawah dari sumber air tersebut sehingga tidak mengganggu siklus kebutuhan air di bagian bawah sumber air tersebut.

Syarat utama kedua adalah sumber air harus kontunyu dengan debit minimal 7 liter permenit (Widarto, 2000). Besarnya debit pemompaan dapat dihitung dengan rumus $Q_2 = Q_1 \times H_1 : H_2 \times j$. Dimana Q_2 adalah debit air yang dipompakan (liter/menit), Q_1 adalah debit air yang masuk pompa (liter/menit), H_1 adalah tinggi terjunan dalam meter, H_2

adalah tinggi pemompaan dalam meter dan j adalah efisiensi pompa yaitu 0,5 -0,75. Dalam prakteknya diperoleh perbandingan tinggi terjunan dan tinggi pengangkatan air sebesar 1 :6, akan menghasilkan debit pemompaan sebesar 113 dari debit air yang masuk ke pompa, sedang $2/3$ debit air akan keluar melalui klep pembuangan setelah memberikan tenaga hantaman.

Prinsip kerja hidram otomatis merupakan proses perubahan energi kinetis aliran air menjadi tekanan dinamik dan sebagai akibatnya menimbulkan efek palu air (*water hammer*) sehingga terjadi tekanan

tinggi dalam pipa. Dengan mengusahakan supaya katup limbah (*waste valve*) dan katup air keluar (*delivery valve*) terbuka dan tertutup secara bergantian, maka tekanan dinamik diteruskan sehingga tekanan inersia yang terjadi dalam pipa pemasukan memaksa air naik ke pipa pengantar. Bagian-bagian utama yang menyusun alat ini terdiri dari pipa air masuk (*drive pipe*), pipa air keluar (*delivery valve*), katup udara (*air valve*) dan ruang udara (*air chamber*). Prinsip kerja dari pompa Hydram dapat dilihat dari gambar berikut ini:



Gambar 1 : Penampang Samping Pompa Hidram

Bagian kunci dari Hydram adalah dua buah klep, yaitu: klep pembuangan dan klep penghisap. Air masuk dari terjunan melalui pipa A, klep pembuangan terbuka sedangkan klep penghisap tertutup. Air yang masuk memenuhi rumah pompa mendorong ke atas klep pembuangan hingga menutup. Dengan tertutupnya klep pembuangan mengakibatkan seluruh dorongan air menekan dan membuka klep penghisap dan air masuk memenuhi ruang dalam tabung kompresi di atas klep penghisap. Pada volume tertentu pengisian air dalam tabung kompresi optimal, massa air dan udara dalam tabung kompresi akan menekan klep penghisap untuk menutup kembali, pada saat yang bersamaan sebagian

air keluar melalui pipa B. Dengan tertutupnya kedua klep, maka aliran air dalam rumah pompa berbalik berlawanan dengan aliran air masuk, diikuti dengan turunnya klep pembuangan karena arah tekanan air tidak lagi ke klep pembuangan tetapi berbalik ke arah pipa input A.

Di sinilah Hantaman (*ram*) palu air (*water hammer*) itu terjadi, dimana air dengan tenaga gravitasi dari terjunan menghantam arus balik tadi, $2/3$ debit keluar lubang pembuangan, sementara yang $1/3$ debit mendorong klep penghisap masuk ke dalam tabung pompa sekaligus mendorong air yang ada dalam tabung pompa untuk keluar melalui pipa output B. Energi hantaman yang

berulang-ulang mengalirkan air ke tempat yang lebih tinggi. Aliran air yang melalui katup limbah cukup cepat, maka tekanan dinamik yang merupakan gaya ke atas mendorong katup limbah sehingga tertutup secara tiba-tiba sambil menghentikan aliran air dalam pipa pemasukan. Aliran air yang terhenti mengakibatkan tekanan tinggi terjadi dalam ram, jika tekanan cukup besar akan mengatasi tekanan dalam ruang udara pada katup pengantar dengan demikian membiarkan air mengalir ke dalam ruang udara dan seterusnya ke tangki penampungan.

Ukuran Hidraulik Ram ditentukan

oleh pengeluaran yang dikehendaki, atau dibatasi oleh jumlah air yang tersedia untuk menggerakkan pompa. Perkiraan untuk jumlah air yang maksimum dan minimum yang diperlukan untuk menggerakkan pompa, diberikan di bawah ini (Tabel 1). Harga-harga ini sangat bervariasi untuk pompa yang satu dan pompa yang lain, tergantung dari sifat katup limbahnya. Jika kita membuat pipa sendiri, kita dapat menentukan jumlah maksimum air dengan memasang mur cadangan pada katup limbah atau perkaitan katup limbah dengan diameter lebih besar atau lebih kecil.

Tabel 1. Jumlah minimum dan maksimum dan minimum kebutuhan air untuk berbagai ukuran hidram

Badan (Inci)	Pompa Milimeter	Pemasukan Minimum Ltr/Mnt	Pemasukan Maksimum Ltr/mnt
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)

Sumber :(Silver, 1977)

Pipa pemasukan merupakan pertimbangan yang penting dalam desain keseluruhan. Setiap pembuat hidram pada taraf komersil mempunyai cara yang berbeda untuk menghitung diameter pipa pemasukan dan panjangnya, dan dalam kebanyakan hal dua cara yang berbeda akan menghasilkan jawaban yang berbeda. Untungnya pipa pemasukan akan memberikan hasil yang memuaskan dalam batas -batas diameter dan panjang yang luas.

Setelah memperkirakan tempat tangki pemasukan, saluran pemasukan dan tempat pemasangan pompa yang memberikan tinggi jatuh vertikal dan aliran yang maksimal, Hitunglah diameter pipa pemasukan dengan menggunakan tabel1 yang memberikan

perkiraan kasar tentang kapasitas bermacam-macam ukuran hydram. Pompa-pompa komersil dengan ukuran yang sama mempunyai kapasitas yang berbeda seperti juga pompa-pompa yang digambarkan dalam buku ini, tergantung dari ukuran katup limbahnya masing-masing. Pastikanlah untuk mempertimbang- kan perubahan-perubahan musim karena aliran sumber mata air atau sungai sangat berubah daiam musim-musiim yang berbeda. Setelah memilih pompa yang berukuran sesuai, pillilah pipa pemasukan yang sesuai pula (jika tinggi jatuh vertikal kurang dari 4,8m). Jika tinggi jatuh vertikal lebih dari 4,8m maka diperbolehkan untuk mempergunakan pipa pemasukan yang satu ukuran lebih kecil (artinya 0,5 inci dan lebih

kecil) untuk pompa – pompa yang berukuran 1,5 inci dan lebih besar dari itu terutama bila biaya pemasangan pompa harus ditekan serendah mungkin pilihlah panjang pipa pemasukan 6 kali tinggi jatuh untuk tinggi jatuh kurang dari 4,8 meter, untuk tinggi jatuh 4,8 m sampai 7,6m, 4 kali tinggi jatuh, dan untuk 7,6 m sampai 15m, 3 kali tinggi jatuh. Kadang-kadang lebih mudah untuk memilih panjang pipa yang sesuai dengan pipa yang terdapat di pasaran.

Biasanya dipakai untuk pipa pengantar, pipa dari pralon (PVC masukan). Sepotong pipa besi yang digalvanisir yang dipasang pada pompa sebelum saluran pengantar dapat memperkuat pompa, tetapi tidak mutlak perlu. Namun jika daya angkat vertikal melebihi kekuatan pipa pengantar tersebut haruslah pipa besi yang digalvanisir.

Jika beberapa hidram dipakai bersama-sama, harus dipergunakan pipa pemasukan yang terpisah, tetapi dapat dipasang pipa pengantar yang sama. Daya angkat hidram diangkat vertikal minimum adalah kira-kira dua kali tinggi jatuh vertikal, dan daya angkat vertikal maksimum adalah kira-kira dua puluh kali tinggi jatuh vertikal. Jika pipa pengantar mempunyai bagian-bagian yang terletak di mana udara mungkin terkumpul, sebuah katup udara atau sejenisnya akan diperlukan.

PELAKSANAAN KEGIATAN PKM

Kegiatan ini pada awalnya direncanakan berlokasi di daerah Cigugur Girang Kecamatan Parongpong Kabupaten Bandung Barat, setelah dilakukan analisis lapangan untuk kondisi terkini, yaitu berkenaan dengan musim kemarau, diperoleh bahwa lahan yang akan digunakan sumber airnya tidak memenuhi syarat untuk pemasangan pompa hydram, kemudian setelah dicari alternatif dan dikonsultasikan kepada pihak LPPM, maka lokasi kegiatan di pindahkan ke

daerah Desa Cipeusing Kecamatan Cisarua Kabupaten Bandung Barat, tepatnya di Pondok Pesantren Darul Inayah yang lebih membutuhkan pelatihan dan pengelolaan pompa Hydram. Kegiatan ini diikuti oleh Santri Pondok Pesantren Darul Inayah dan masyarakat sekitar, yang terlibat secara aktif selama pelatihan dan pembuatan pompa Hydram.

Sebelum pelaksanaan pelatihan dan pengelolaan pompa hydram secara swadaya dari santri-santri/warga pesantren serta masyarakat untuk membantu memperbaiki dan membenahi sumber mata air sehingga diharapkan pompa hydram dapat bekerja secara maksimal. Selanjutnya, setelah sumber mata air dibenahi, masyarakat dan santri-satri diberi penyuluhan bagaimana membuat dan mengelola pompa hydram, sehingga diharapkan nantinya dapat membagi pengetahuan kepada warga dan membuat pompa Hydram secara mandiri.

Adapun pelaksanaan kegiatan PKM secara rinci adalah sebagai berikut:

1. Analisis lapangan dan kebutuhan

Kegiatan analisis lapangan dan analisis kebutuhan ini dikerjakan oleh tim pengabdian dan dibantu oleh beberapa tenaga ahli untuk menghitung debit air yang dibutuhkan dan menghitung kapasitas pompa hydram dalam memompa air, serta program pengabdian ini melibatkan beberapa orang teknisi untuk mendokumentasikan lokasi pengabdian dan kebutuhan-kebutuhan peralatan dan bahan yang akan dibutuhkan pada saat pemasangan pompa hydram.

Berdasarkan orientasi lapangan diperoleh gambaran bahwa masyarakat di pondok pesantren Darul Inayah masih mengalami kesulitan dalam mendapatkan informasi tentang pompa hydram terutama dalam hal mendesain dan perhitungannya. Kesulitan tersebut dapat karena keterbatasan

pengetahuan, ketrampilan dan belum adanya upaya-upaya mengoptimalkan sumber-sumber informasi yang ada. Kondisi ini apabila tidak segera di atasi maka akan menyulitkan masyarakat Pesantren untuk memenuhi kebutuhan air pada musim kemarau. Selain itu sumber air untuk pengadaan pompa Hydram menjadi kendala tersendiri karena sumber air berada dekat tebing yang sewaktu-waktu bisa terjadi longsor, sehingga perlu adanya desain penahan dinding supaya kalau terjadi longsor, sumber air tidak tertutup oleh longsor tanah.

2. Kerangka Pemecahan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka pemecahan masalah yang dilakukan secara operasional adalah sebagai berikut :

- a. Diskusi secara intensif tentang;
 - 1) Karakteristik aliran air yang ada.
 - 2) Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memanfaatkan pompa Hydram
 - 3) Pembahasan tentang penahan longsor di daerah tebing
 - 4) Pemeliharaan dan pengelolaan sumber mata air
- b. Pemberian materi pelatihan tentang;
 - 1) Desain pompa hydram
 - 2) Perhitungan-perhitungan
 - 3) Pemilihan bahan
 - 4) Perakitan bagian-bagian pompa Hydram
 - 5) Penyebab-penyebab pompa Hydram tidak beroperasi
 - 6) Perawatan pompa Hydram.

3. Persiapan peralatan dan bahan pembuatan pompa hydram.

Pada proses pembuatan pompa hydram ini dilaksanakan dengan melibatkan beberapa tenaga ahli dan teknisi. Adapun beberapa teknisi yang dibutuhkan dalam proses pembuatan pompa hydram ini adalah teknisi yang menguasai teknik mengelas,

teknisi yang menguasai teknik pemotongan pipa galvanis.

4. Memperbaiki kualitas sumber mata air.

Dalam memperbaiki sumber mata air ini, meliputi :

- a. Perbaikan area sumber mata air dengan cara di gali kembali dan di perluas area sumber mata air.
- b. Pemasangan bronjong dan cerucuk pada area sumber mata air untuk menghindari terjadinya longsor yang akan mengganggu kestabilan mata air.
- c. Perbaikan bak penampungan 1 untuk mengefektifkan supply air yang akan digunakan untuk menggerakkan pompa hydram.
- d. Memperbaiki saluran-saluran yang akan digunakan untuk proses pendistribusian air bersih dari mata air menuju bak penampungan, serta memperbaiki saluran dari bak penampungan menuju pompa hydram.

5. Pelatihan pembuatan dan pemeliharaan pompa hydram.

Pada proses pelatihan pembuatan dan pemeliharaan pompa hydram ini dilaksanakan dengan melibatkan beberapa tenaga ahli dan teknisi. Adapun beberapa teknisi yang dibutuhkan dalam proses pembuatan pompa hydram ini adalah teknisi yang menguasai teknik mengelas, teknisi yang menguasai teknik pemotongan pipa galvanis. Sementara yang terlibat secara aktif selama pelatihan dan pembuatan pompa Hydram adalah Santri Pondok Pesantren Darul Inayah dan masyarakat sekitar.

KESIMPULAN

Dari pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat Pengembangan Desa Binaan berbasis Kemitraan ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Kegiatan PKM ini telah menghasilkan

sumber air dari lokasi yang sebelumnya sudah ada dan ditambah/diperluas sehingga pompa hydram dapat berfungsi secara maksimal baik debit (10 - 15 liter/menit) maupun tinggi angkatannya yaitu sekitar 20 meter.

- b. Kualitas aliran air dari pompa hydram yang dibuat dari hasil PKM ini lebih baik jika dibandingkan dengan sebelumnya.
- c. Dibuat pasangan batu bronjong dan cerucuk untuk menahan tanah di tepi/sisi kolam penampungan air agar tidak longsor dan mengganggu sumber air yang keluar dari mata air.
- d. Selama pelaksanaan kegiatan, semua pihak yang terlibat berpartisipasi aktif dan antusias.
- e. Pembuatan pompa hidram sangat sederhana dan bahan-bahannya dapat tersedia didalam negeri, walaupun tidak semua daerah sesuai untuk pemakaian teknologi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiy Awoke Tessema, 2000, *Hydraulic Ram Pump System Design And Application*, Development and Technology Adaptation Center Basic Metals and Engineering Industries Agency, Addis Ababa, Ethiopia.
- David, J.P. and Edward, H.W., 1985, *Schaum's Outline of Theory and Problems of Fluid Mechanics and Hydraulics, SI (Metric) Edition*, McGraw- Hill Book Company, Singapore.
- Watt, S.B., 1982, *Manual on a Hydraulic Ram for Pumping Water*, Intermediate Technology Publication Ltd. London.
- Widarto; Sudarto C.Ph., 1997, *Membuat Pompa Hidram*, Kanisius, Yogyakarta.
- Puslitbang Pemukiman, 2001, *Petunjuk Teknis: Pemanfaatan Pompa Hidram dalam Penyediaan Air Bersih*, Balitbang Departemen Pekerjaan Umum

BIODATA

Drs. Nandan Supriatna, M.Pd.

Dosen di Fakultas Pendidikan Teknologi dan kejuruan, Program Studi Teknik Bangunan, Universitas Pendidikan Indonesia