

ISSN 2723-4738 (Online)
ISSN 2723-7214 (Cetak)



SERAMBI ABDIMAS	Volume	Nomor	Halaman	Edisi
	01	01	1 - 24	Jun 2020

SUSUNAN DEWAN REDAKSI

JURNAL PKM **SERAMBI ABDIMAS**

PEMIMPIN REDAKSI

Wihantoro
(Universitas Jenderal Soedirman)

EDITOR PELAKSANA

Urip Nurwijayanto Prabowo
(Universitas Jenderal Soedirman)

EDITOR

Sugito	(Universitas Jenderal Soedirman)
Hartono	(Universitas Jenderal Soedirman)
Jajang	(Universitas Jenderal Soedirman)

REVIEWER

Agung Prabowo	(Universitas Jenderal Soedirman)
Supriyanto	(Universitas Jenderal Soedirman)
Dian Riana Ningsih	(Universitas Jenderal Soedirman)
Dr. Undri Rastuti	(Universitas Jenderal Soedirman)



Alamat Redaksi

Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng,
Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53122

JURNAL SERAMBI ABDIMAS

Volume 1, Nomor 1, Juni 2020, hlm. 1-24

DAFTAR ISI

	<i>hal</i>
1. Pembuatan dan Pengenalan Alat Peraga IPA di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto <i>Hartono, Sugito dan R.Farzand Abdullatif</i>	1 – 4
2. Penggunaan Tulang Napier dalam Meningkatkan Kemampuan Operasi Perkalian Siswa Kelas IV <i>Agung Prabowo, Agus Sugandha, Agustini Tripena dan Mashuri</i>	5 – 10
3. Pelatihan Teknis Pembuatan Filter Air Bertekanan Rendah Bagi Masyarakat Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas <i>Sehah, Abdullah Nur Aziz dan Fatoni Achmad</i>	11 – 16
4. Pelatihan Pembuatan Handsanitizer Dari Ekstrak Daun Kamboja Di Desa Prigi Padamara Purbalingga <i>Dian Riana Ningsih, Senny Widyarningsih dan Suwandri</i>	17 – 19
5. Alih Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Air Pikohidro untuk Masyarakat di Desa Pekuncen Purbalingga <i>Jamrud Aminuddin, Wihantoro, Mashuri, dan Pujo Priyadi</i>	20 – 24

Pembuatan dan Pengenalan Alat Peraga Optik dan Kelistrikan di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto

Constructing and Introducing Optics and Electronics Demonstration Equipment at MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto

Hartono*¹, Sugito¹, R.Farzand Abdullatif¹

¹Fisika FMIPA Unsoed, Jalan dr. Soeparno Utara 61 Grendeng Purwokerto 53122 Indonesia
Email*: hartono0606@unsoed.ac.id

Abstrak – Pembuatan alat peraga dapat digunakan untuk membantu proses belajar mengajar. Alat peraga optik dan kelistrikan sudah berhasil dibuat dan dikenalkan di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto. Alat peraga optik digunakan untuk membantu menjelaskan materi yang berhubungan dengan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya. Alat peraga kelistrikan digunakan untuk membantu menjelaskan hukum Ohm, rangkaian seri dan rangkaian paralel. Pengenalan alat peraga optik dilakukan terhadap 42 siswa dan seorang guru IPA. Pemantauan respon siswa terhadap penggunaan alat peraga dilakukan menggunakan kuisioner. Respon siswa 99% menyatakan alat peraga membantu pemahaman siswa, 75% siswa menyatakan alat peraga relevan dengan materi pembelajaran, 94% siswa menyatakan alat peraga dapat meningkatkan minat belajar, 98% menyatakan dapat memicu kreativitas dan 88% siswa menyatakan perlu pembuatan alat peraga yang lain.

Kata kunci: alat peraga, IPA, optik, kelistrikan

Abstract – *Demonstrating apparatus serves as a tool to help learning process. Demonstrating apparatus relating to optics and electricity has been made and introduced to at MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto. The demonstrating apparatus for optics was used to explain the nature of reflection and refraction of light. The demonstrating apparatus for electricity was used to help in explaining Ohm's law, series and parallel circuits. The demonstration was conducted in front of 42 students and their science teacher. Responses of students were measured using questionnaires. The measurement says that 99% of the students think that demonstrating apparatus helps comprehension, 75% of them stated that the demonstrating apparatus is relevant to the learning subject, 94% of them said that demonstrating apparatus can motivate interest in learning, 98% of them stated that it can provoke creativity and 88% of the students felt that it is necessary to make other demonstrating apparatus.*

Key words: *demonstrating apparatus, science, optics, electricity*

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu pondasi untuk menopang masa depan dalam berkehidupan, berbangsa dan bernegara. Pendidikan berkarakter merupakan suatu harapan yang menjadi salah satu target yang ingin dicapai dari sistem pendidikan di Indonesia. Pendidikan berkarakter sudah dimulai sejak dini, sejak seseorang mulai dikenalkan dengan lingkungan.

Penanaman konsep atau pemahaman kepada siswa terkait dengan alam sekitar memang tidak mudah. Kegagalan penanaman konsep kepada para siswa akan mempengaruhi tumbuh kembang siswa dalam mengekspresikan kemampuannya. Hal ini akan berdampak pada terganggunya pencapaian tujuan pendidikan berkarakter. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan dalam kurikulum 2013, Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dikembangkan menjadi *Integrated Science dan Integrated Social Studies*. Pelaksanaan pembelajaran untuk memenuhi tuntutan tersebut dibutuhkan ketersediaan bahan ajar, perangkat

pembelajaran dan media pembelajaran yang terpadu [1]. Ketersediaan alat peraga Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dapat menjadi salah satu pendukung proses pembelajaran.

Mata pelajaran IPA merupakan salah satu mata pelajaran yang berhubungan dengan berbagai fenomena alam. Penanaman konsep terkait dengan hal tersebut membutuhkan penalaran yang cukup tinggi. Penggunaan alat bantu atau alat peraga dapat membantu dalam menanamkan konsep-konsep ilmu alam tersebut. Berbagai upaya untuk meningkatkan minat belajar dan memudahkan pemahaman siswa terhadap berbagai mata pelajaran sudah dilakukan, tidak terkecuali pelajaran IPA. Salah satu upaya yang sudah dilakukan adalah dengan meningkatkan kemampuan pedagogik guru. Salah satu strategi yang dilakukan adalah memberi pelatihan pembelajaran tematik sains dengan *inquiry learning process dan Science Activity Based Daily Life* [2].

Model pembelajaran menggunakan alat peraga yang pernah diterapkan di MTs Ma'arif Cikeruh Jatinangor memberikan peningkatan yang signifikan. Alat peraga yang telah dibuat dan dikenalkan yaitu auksanometer sederhana, bioreaktor sederhana, alat distilasi sederhana, alat fermentasi sederhana, miniatur pompa hidrolik, penyaring air sederhana, indikator asam basa alami, air mancur berwarna, dan *sugar snake* [3]. Proses pembelajaran siswa kelas VIII menggunakan alat peraga juga dilakukan untuk bidang kajian biologi terkait sistem peredaran darah. Hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan pemahaman bagi siswa yang diberikan fasilitas alat peraga [4].

Mengingat pentingnya alat peraga sebagai penunjang proses pembelajaran maka perlu disosialisasikan, dikembangkan dan diimplementasikan penggunaannya. Sosialisasi perlu diberikan kepada pendidik dan siswa akan manfaat dari alat peraga. Pengembangan dan inovasi alat peraga perlu dilakukan untuk menambah kreativitas pendidik dan menambah wawasan siswa. Implementasi penggunaan alat peraga perlu dimulai dan ditingkatkan untuk membantu meningkatkan pemahaman siswa. Namun demikian, beberapa sekolah masih belum mendukung penggunaan alat peraga khususnya IPA Fisika.

MTs Al Ikhsan Beji Purwokerto mempunyai dua kelas paralel pada setiap jenjang. Guru tetap IPA yang mengajar di sekolah ini hanya seorang. Sekolah ini belum mempunyai laboratorium ataupun alat peraga yang sebenarnya sangat efektif dalam membantu proses belajar mengajar. Selama ini proses belajar mengajar yang diselenggarakan hanya melalui ceramah dan penugasan. MTs Al Ikhsan Beji Purwokerto merupakan salah satu Sekolah Menengah Pertama yang belum mendukung penggunaan alat peraga IPA khususnya Fisika. Sebagaimana diketahui bersama bahwa mata pelajaran IPA khususnya Fisika sangat kurang diminati, sehingga perlu strategi yang tepat untuk menarik minat siswa. Salah satu strategi yang dapat digunakan adalah menggunakan alat peraga yang sesuai. Alat peraga yang telah dibuat dan dikenalkan terdiri dari dua paket, yaitu alat peraga optik dan alat peraga kelistrikan.

II. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini terbagi dalam dua tahapan, yaitu tahap pembuatan alat peraga optik dan alat peraga kelistrikan dan tahap pengenalan penggunaan alat peraga kepada siswa dan guru IPA. Alat peraga yang dibuat terdiri dari dua paket, yaitu paket peraga optik dan paket peraga kelistrikan. Alat peraga dibuat menggunakan komponen lokal dan sederhana, sehingga mudah ditemukan di sekitar lokasi sekolah. Pengenalan alat peraga dilakukan melalui sosialisasi dan pelatihan penggunaannya kepada siswa dan guru IPA di MTs Al Ikhsan Beji.

Paket alat peraga optik dapat digunakan untuk membantu menjelaskan terjadinya peristiwa pemantulan dan pembiasan cahaya. Alat peraga optik dapat digunakan untuk menunjukkan proses terjadinya pemantulan pada berbagai bidang pantul maupun pembiasan pada berbagai permukaan bias. Sementara paket peraga kelistrikan digunakan untuk membantu menjelaskan hukum Kirchhoff mengenai rangkaian seri dan paralel..

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan alat peraga dilakukan di Laboratorium Elektronika Instrumentasi dan Geofisika Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman. Alat peraga yang dibuat terdiri dari dua buah, yaitu peraga yang berhubungan dengan sifat gelombang cahaya dan peraga tentang kelistrikan. Alat peraga yang berhubungan dengan sifat gelombang cahaya selanjutnya disebut dengan Alat Peraga Optik, sedangkan yang berhubungan dengan kelistrikan disebut dengan Alat Peraga Kelistrikan.

Alat peraga optik dapat digunakan untuk membantu menjelaskan sifat pemantulan dan pembiasan dari gelombang cahaya. Alat peraga optik dilengkapi dengan cermin berbagai bentuk dan lensa berbagai bentuk. Berbagai bentuk cermin maupun lensa dapat digunakan untuk membantu siswa dalam memahami sifat pemantulan dan pembiasan. Siswa dapat melihat secara langsung terbentuknya titik fokus nyata, titik fokus semu maupun bayangan yang terbentuk.

Alat peraga kelistrikan digunakan untuk membantu menjelaskan tentang hukum Ohm dan hukum Kircchoff. Hukum Ohm menunjukkan hubungan antara beda potensial (V) arus listrik (I) dan hambatan (R). Sementara hukum Kircchoff menjelaskan tentang konsep rangkaian seri dan paralel. Penggunaan alat peraga ini dapat dirangkai membentuk rangkaian seri maupun rangkaian paralel. Ketika siswa sudah menyusun rangkaian yang diinginkan, selanjutnya siswa dapat mengatur nilai tegangan sumbernya sambil mengamati nilai arus dan tegangan pada amper-voltmeter. Nilai yang ditampilkan selanjutnya dapat dibandingkan dengan teori yang sudah diperoleh dalam pembelajaran sebelumnya. Dengan demikian siswa dapat melihat secara langsung fenomena aliran arus listrik pada sebuah rangkaian.

Capaian dari kegiatan ini adalah terciptanya alat peraga IPA khususnya peraga optik dan kelistrikan serta penerapannya pada guru dan siswa. Paket alat peraga optik dan kelistrikan sudah berhasil dibuat dengan menggunakan komponen-komponen lokal yang mudah diperoleh di sekitar kota Purwokerto. Proses pembuatannya juga dirancang sesederhana mungkin sehingga rancangan alat peraga dapat diduplikasi dengan mudah oleh para guru IPA yang menginginkannya.

Paket alat peraga optik terdiri dari sebuah sumber cahaya LED, catu daya DC, sebuah layar, cermin dan lensa. Cermin yang digunakan meliputi cermin datar, cermin cekung dan cermin cembung. Sementara untuk lensa yang disertakan dalam paket alat peraga optik adalah lensa cembung dan cekung. Pada paket alat peraga optik juga dilengkapi obyek berupa sebuah paku yang posisinya dapat digeser mendekat atau menjauh sumber cahaya. Cermin dan lensa yang dilengkapi dengan kaki penyangga yang dapat digeser maju dan mundur mendekati atau menjauhi sumber cahaya untuk mendapatkan titik fokus atau bayangan. Penggunaan peraga optik untuk sifat pemantulan gelombang cahaya dilakukan dengan memasang cermin pada rumah cermin yang sudah disediakan. Bentuk cermin dapat diganti sesuai dengan materi yang akan dijelaskan. Bentuk cermin berupa datar, cekung dan cembung. Para siswa dapat langsung mengamati sifat pemantulan yang terjadi pada berbagai bentuk cermin. Begitu juga untuk menjelaskan sifat pembiasan cahaya. Lensa yang sudah disediakan dapat dipasang pada rumah

lensa yang tersedia. Para siswa dapat mengamati langsung sifat pembiasan dan melihat bayangan yang terbentuk. Paket alat peraga optik seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat peraga optik

Paket alat peraga kelistrikan terdiri dari satu daya DC variabel, tiga buah voltmeter, tiga buah amperemeter, dua buah fitting lampu, beberapa lampu dengan daya berbeda dan kabel penghubung. Voltmeter dan amperemeter digunakan sebagai alat ukur untuk menunjukkan nilai tegangan dan arus pada rangkaian. Susunan lampu dan alat ukur dapat diatur sehingga membentuk rangkaian seri atau paralel. Peragaan menggunakan alat ini dapat dilakukan untuk rangkaian seri maupun paralel. Para siswa dapat langsung dilibatkan untuk merealisasikan gambar rangkaian seri atau paralel dalam paket alat peraga listrik. Para siswa dapat langsung mengamati nilai tegangan dan arus listrik yang ditunjukkan pada display alat peraga. Para siswa dapat membuktikan sifat dari rangkaian seri maupun paralel. Paket alat peraga yang sudah berhasil dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat peraga kelistrikan

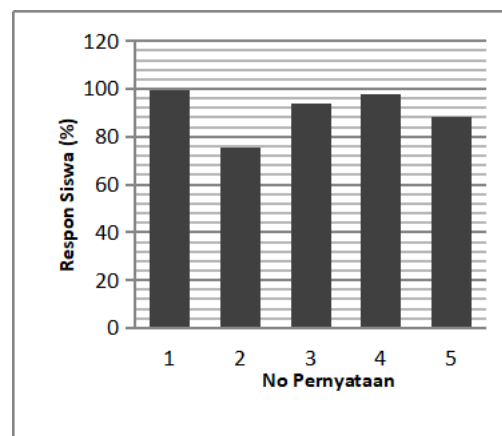
Paket alat peraga yang sudah berhasil dibuat telah diperkenalkan dan diuji cobakan secara langsung kepada siswa dan guru IPA di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto. Pada pelaksanaan pengenalan dan uji coba alat peraga terlihat beberapa siswa tertarik untuk mencoba mengoperasikannya. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tertarik dengan alat peraga yang diperkenalkan.

Kegiatan pengenalan alat peraga di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto diakhiri dengan pengisian kuisioner terkait dengan respon siswa terhadap penggunaan alat peraga IPA khususnya optik dan kelistrikan. Siswa yang terlibat dalam kegiatan pengenalan alat peraga terdiri dari 42 siswa dan

seorang guru IPA. Kuisioner berisi 5 kelompok pernyataan terkait dengan:

1. Penggunaan alat peraga membantu pemahaman materi dan proses belajar mengajar.
2. Alat peraga relevan dengan materi pembelajaran
3. Penggunaan alat peraga meningkatkan minat belajar
4. Penggunaan alat peraga memicu kreativitas
5. Perlu dibuat alat peraga materi atau mata pelajaran lain.

Responden yang terdiri dari siswa dan guru mengisi kuisioner dengan memberikan pernyataan dengan cara memilih salah satu pilihan yang tersedia. Pilihan yang tersedia terkait dengan setiap pernyataan adalah SETUJU, RAGU atau TIDAK SETUJU. Berdasarkan pada isian kuisioner siswa dapat diperoleh nilai respon siswa terhadap alat peraga yang sudah dibuat dan diperkenalkan. Hasil pengolahan kuisioner seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Respon siswa terhadap penggunaan alat peraga IPA

Sejumlah 99% siswa berpendapat bahwa penggunaan alat peraga IPA dapat membantu memudahkan memahami materi dan membantu proses pembelajaran. Sejumlah 75% siswa menyatakan alat peraga cukup relevan dengan materi yang sudah diajarkan. Siswa yang menyatakan bahwa alat peraga dapat meningkatkan minat belajar sejumlah 94%. Siswa yang menyatakan alat peraga dapat memicu kreativitas sebanyak 98%. Sejumlah 88% siswa menyatakan bahwa alat peraga serupa perlu dibuat untuk materi atau pelajaran yang lain. Berdasarkan pada hasil kuisioner dan ketertarikan siswa pada saat pengenalan maka dapat disimpulkan bahwa alat peraga khususnya IPA diperlukan untuk menunjang proses belajar mengajar di MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil pembuatan dan pengenalan alat peraga yang sudah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan:

1. Alat peraga optik dan kelistrikan dapat dibuat dengan menggunakan komponen sederhana dan mudah diperoleh di sekitar lokasi pelaksanaan.
2. Penggunaan alat peraga dapat membantu pemahaman materi dan memicu minat belajar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan terkait dengan pembuatan dan pengenalan alat peraga ini terlaksana dalam program Pengabdian Kepada

Masyarakat skema Penerapan Ipteks. Tim PKM dari Jurusan Fisika Fakultas MIPA UNSOED menyampaikan terima kasih kepada:

1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unsoed yang sudah mendanai kegiatan ini melalui kontrak dengan nomor kontrak: DIPA-042.01.2.400901/2018.
2. MTs Al-Ikhsan Beji Purwokerto yang sudah bekerja sama dengan tim PKM Jurusan Fisika FMIPA Unsoed.

PUSTAKA

- [1] Apriliyanti Dharis Dwi, S. H. (2015). Pengembangan Alat Peraga IPA Terpadu pada Tema Pemisahan Campuran untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Unnes Science Education Journal*, 835-841.
- [2] Subuh Anggoro, S. H. (2018). Upaya Meningkatkan Kemampuan Pedagogik Guru melalui Pelatihan Pembelajaran Tematik Sains menggunakan Inquiry Learning Process dan Science Activity Based Daily Life, *JPPM UMP*, 29-35.
- [3] Budiman A, I. A. (2016). Model Pembelajaran IPA dengan Alat Peraga Sederhana untuk Meningkatkan Pemahaman dan Kreativitas Siswa di MTs Ma'Arif Cikeruh Jatinangor. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 56-60.
- [4] Husnul Inayah Saleh, N. B. (2015). Pengaruh Penggunaan Media Alat Peraga terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Sistem Peredaran Darah Kelas VIII SMP Negeri 2 Bulukumba. *Sainsmat*, 7-13.

Penggunaan Tulang Napier dalam Meningkatkan Kemampuan Operasi Perkalian Siswa Kelas IV

The Use of Napier Bone in Increasing the Multiplication Achievement of Class IV Students

Agung Prabowo^{*1}, Agus Sugandha², Agustini Tripena³, Mashuri⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. dr. Suparno Utara No. 61 Grendeng, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia, 53122
Email*: agung.prabowo@unsoed.ac.id ; agung_nghp@yahoo.com.

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh penggunaan tulang Napier terhadap prestasi siswa SD Kelas IV pada mata pelajaran matematika, khususnya operasi perkalian. Sampel penelitian adalah siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja sebanyak 17 orang. Pembelajaran dilaksanakan sebanyak empat kali pertemuan masing-masing selama 70 menit dan diselesaikan dalam waktu satu minggu. Jenis penelitian adalah pretes and postes dengan pemberian pretes pada awal pembelajaran dan postes pada akhir pembelajaran. Hipotesis penelitian diuji dengan membandingkan hasil pretes dan postes secara statistik pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ menggunakan paired t-test. Kesimpulan penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan prestasi siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja yang belajar matematika dengan tulang Napier.

Kata kunci: matematika, perkalian, prestasi, sekolah dasar, tulang Napier.

Abstract – *This study aims to determine whether there is an influence of the use of Napier bones on the achievement of elementary school students in grade IV in mathematics, especially multiplication operations. The research sample was 17 students of Class IV SDN 1 Pekaja. Learning is carried out four times each meeting for 70 minutes and completed in one week. This type of research is a pre and post test by giving pretest at the beginning of learning and posttest at the end of learning. The research hypothesis was tested by comparing the results of the pre-test and post-test statistically at the significance level $\alpha = 0.05$ using paired t test. The conclusion of the study showed that there was an increase in the achievement of Grade IV students at SDN 1 Pekaja.*

Key words: achievement, elementary school, mathematics, multiplication, Napier bones.

I. PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran matematika, tidak sedikit siswa yang menjalaninya dengan rasa takut dan cemas. Kecemasan matematis dapat teramati melalui tanda-tanda fisik seperti perasaan trauma dan ketidaktertarikan untuk menyelesaikan tugas-tugas matematis. Kecemasan matematis yang dialami dapat berupa perasaan kegelisahan dan ketakutan pada masalah matematis, pelajaran matematika, atau pembelajaran matematika [1] yang berdampak pada rendahnya motivasi dan prestasi belajar siswa. Penolakan siswa untuk menyelesaikan tugas-tugas matematis dengan maju ke depan kelas dapat terindikasi pada gejala fisik seperti detak jantung yang tidak beraturan, masalah psikosomatis, berkeringat dengan berlebihan, dan badan gemetar atau melemah [1].

Untuk mengikis rasa takut, para siswa perlu diperkenalkan dengan metode pembelajaran yang bersifat permainan, rekreatif serta menumbuhkan rasa senang. Pada saat kecemasan matematis dirasakan para siswa, maka penerapan model pembelajaran matematika rekreasi dapat dijalankan, yang pada umumnya melalui penggunaan benda-benda nyata seperti tangram dan metode perkalian

Petani Rusia [2] serta tulang Napiers yang merupakan kegiatan *hands-on activity* [1]. Dengan demikian, siswa akan belajar matematika dengan rasa suka.

Salah satu materi dalam pelajaran matematika yang banyak memberikan kesulitan kepada para siswa adalah perkalian. Materi perkalian akan terus digunakan oleh para siswa tidak hanya pada tingkat sekolah menengah pertama dan atas, namun juga pada saat mereka telah menjadi mahasiswa. Berbagai teknik telah dirancang untuk mengajarkan matematika dengan mudah seperti Jarimatika, metode Sakamoto, Matematika Kumon dan lain-lain. Namun, metode-metode tersebut hanya dapat dipelajari melalui kursus berbayar dan membutuhkan jangka waktu cukup lama.

Pada semua jenjang sekolah, perkalian diajarkan dengan metode susun ke bawah. Sebelum metode ini diperkenalkan kepada siswa kelas 4 SD, para siswa disyaratkan telah mahir dalam penjumlahan dan telah hafal perkalian dari 1 sampai 10. Penjumlahan satuan mulai diperkenalkan pada siswa kelas 1 dan pada saat duduk di kelas 2 para siswa akan belajar penjumlahan hingga puluhan, disertai dengan pengurangan. Siswa-siswa kelas 3 telah mulai diperkenalkan

untuk menghafalkan perkalian dua bilangan yang hasilnya kurang dari atau sama dengan 100. Kemampuan tersebut akan digunakan pada saat siswa belajar perkalian satuan dengan puluhan, satuan dengan ratusan, puluhan dengan puluhan, puluhan dengan ratusan dan ratusan dengan ratusan. Metode formal yang diajarkan di kelas adalah dengan perkalian susun ke bawah.

Banyak masalah yang muncul terkait dengan penyelesaian perkalian dengan metode susun ke bawah. Beberapa diantaranya adalah (1) siswa lupa hasil kali satuan dengan satuan, (2) siswa lupa pada konsep penjumlahan dengan menyimpan, dan (3) siswa tidak menggeser satu nilai tempat pada setiap perkalian selanjutnya [3]. Jika satu atau lebih dari ketiga masalah tersebut masih dialami siswa, maka siswa tersebut dikatakan belum memahami konsep perkalian ke bawah dan dapat dipastikan tidak akan dapat melakukan operasi perkalian.

Masalah-masalah tersebut juga dialami oleh para siswa di SD Negeri 1 Pekaja, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. Hasil wawancara dengan para guru matematika kelas 4 di sekolah tersebut memberikan informasi masih banyak siswa yang tidak mampu menyelesaikan perkalian susun ke bawah. Umumnya, para siswa masih sering keliru dalam perkalian satuan dengan satuan. Untuk itulah, SD Negeri 1 Pekaja dipilih sebagai mitra pengabdian.

A. Rumusan Masalah

Salah satu solusi yang sudah teruji keampuannya dalam mengatasi kesulitan siswa menyelesaikan operasi perkalian adalah metode tulang Napier dan metode Gelosia. Tulang Napier dapat dibuat berbentuk balok, terdiri dari tulang 0, tulang 1, dan seterusnya sampai dengan tulang 9. Masing-masing tulang dibuat terpisah (sendiri-sendiri). Setiap tulang berisikan hasil kali 0 sampai dengan 9 dengan angka pada tulang tersebut. Sebagai contoh, tulang 4 akan berisi hasil kali 0 dan 4, 1 dan 4, 2 dan 4 dan seterusnya sampai dengan hasil kali 9 dan 4. Dengan demikian, angka-angka pada tulang 4 adalah 00, 04, 08, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, dan 40. Bentuk tulang Napier dapat dilihat pada Gambar 1.

INDEX	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	0 0	0 1	0 2	0 3	0 4	0 5	0 6	0 7	0 8	0 9
2	0 0	0 2	0 4	0 6	0 8	1 0	1 2	1 4	1 6	1 8
3	0 0	0 3	0 6	0 9	1 2	1 5	1 8	2 1	2 4	2 7
4	0 0	0 4	0 8	1 2	1 6	2 0	2 4	2 8	3 2	3 6
5	0 0	0 5	1 0	1 5	2 0	2 5	3 0	3 5	4 0	4 5
6	0 0	0 6	1 2	1 8	2 4	3 0	3 6	4 2	4 8	5 4
7	0 0	0 7	1 4	2 1	2 8	3 5	4 2	4 9	5 6	6 3
8	0 0	0 8	1 6	2 4	3 2	4 0	4 8	5 6	6 4	7 2
9	0 0	0 9	1 8	2 7	3 6	4 5	5 4	6 3	7 2	8 1

Gambar 1. Keping/Batang/Bilah/Tulang Napier

Tulang Napier juga dapat digunakan untuk menghafalkan hasil kali satuan dari 1×1 sampai dengan 10×10 . Dengan pembelajaran menggunakan tulang Napier, para siswa yang belum hafal perkalian 1 sampai 10 akan dituntun untuk mahir hafalan.

Selain itu, tulang Napier juga dapat digunakan untuk memperkenalkan konsep perkalian pada para siswa. Penggunaan tulang Napier dapat dilakukan sebagai awalan dalam memperkenalkan konsep perkalian susun ke bawah.

Mengacu pada pendahuluan, rumusan masalah yang dapat diajukan terkait dengan pengabdian ini adalah: Apakah penggunaan tulang Napier dapat meningkatkan kemampuan para siswa dalam pembelajaran operasi perkalian?

B. Tujuan dan Manfaat

Kegiatan pengabdian ini dimaksudkan untuk memberikan pendampingan dan pelatihan kepada para siswa khususnya dalam memahami konsep perkalian susun ke bawah. Untuk memahami konsep tersebut, para siswa dituntut tiga hal (1) hafal perkalian 1 sampai 10, (2) memahami konsep nilai tempat, dan (3) memahami konsep menyimpan dalam penjumlahan bilangan.

Oleh karena itu, tujuan dari pengabdian ini adalah melakukan uji hipotesis bahwa penggunaan tulang Napier dapat meningkatkan kemampuan para siswa dalam pembelajaran operasi perkalian.

Untuk mencapai tujuan tersebut, pengabdian ini dirancang untuk membantu para siswa menghafalkan perkalian bilangan dari 1 sampai 10; membantu para siswa memahami konsep perkalian susun ke bawah dengan menggunakan media/benda nyata berupa tulang Napier; membantu para siswa mencapai tahap semi-abstrak pada konsep perkalian susun ke bawah dengan menggunakan metode gelosia; dan membantu para siswa mencapai tahap abstrak dalam pengerjaan perkalian susun ke bawah.

Manfaat dari kegiatan ini adalah terjadinya perubahan (kondisi baru) pada para guru dan siswa. Kondisi baru tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

1. bagi para guru dengan mendapatkan pelatihan ini dan mengajarkannya pada para siswa mendapatkan cara baru dalam membelajarkan perkalian;
2. bagi para siswa, metode ini dapat memberi gambaran bermatematika secara rekreatif dan menyenangkan dengan praktik langsung menggunakan benda nyata. Selain itu para siswa akan mendapatkan pemahaman perkalian susun ke bawah dengan lebih bagus;
3. bagi sekolah, tersedianya alat bantu tulang Napier dapat digunakan untuk pembelajaran pada kelas lain yang lebih rendah atau lebih tinggi, atau pada kelas yang sama tahun berikutnya.

C. Rencana Pemecahan Masalah

Dalam rangka mencapai tujuan pengabdian yang telah disebutkan di atas terdapat beberapa jenis solusi yang dapat dilaksanakan, antara lain dengan:

1. diskusi dengan para guru terkait kesulitan para siswa dalam memahami perkalian susun ke bawah;
2. pembuatan tulang Napier yang dikerjakan oleh tim pengabdian dibantu para mahasiswa Matematika UNSOED;
3. pembuatan modul pembelajaran yang dilakukan oleh tim pengabdian dan para guru dari ketiga sekolah;
4. pembelajaran di ruang kelas selama lima kali yang dilakukan oleh pengabdian dibantu para guru, sedangkan tim pengabdian melakukan monitoring dalam tiap kali pembelajaran dilakukan. Kegiatan ini diawali dengan pretes dan diakhiri dengan postes;
5. pengambilan gambar foto dan video (audio visual)

D. Tinjauan Pustaka

Konsep perkalian susun ke bawah merupakan salah satu materi yang dianggap sulit oleh para siswa. Hal ini dirasakan oleh para siswa yang belajar di SDN 1 Pekaja yang terletak di Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. Fakta tersebut terungkap setelah tim pengabdian melakukan kajian awal. Sangat mungkin bahwa fenomena ini juga terjadi di sekolah-sekolah lain. Kesulitan yang dialami oleh para siswa terkait dengan perkalian susun ke bawah disebabkan oleh beberapa hal. Analisis para guru matematika di ketiga sekolah dasar tersebut adalah (1) para siswa tidak hafal hasil kali bilangan dari 1 sampai 10, (2) para siswa kurang memahami konsep nilai tempat yang mengharuskan menggeser 1 langkah ke kiri pada setiap baris berikutnya, dan (3) para siswa kurang memahami tentang konsep menyimpan.

Tentu saja kesulitan-kesulitan tersebut harus diselesaikan. Berbagai cara dapat dipilih, salah satunya adalah penggunaan media atau alat peraga berupa benda nyata yang disebut tulang Napier. Alat atau benda yang disebut tulang Napier tidak tersedia di toko-toko, tetapi dapat dibuat sendiri oleh para siswa. Namun, dalam pengabdian ini, tulang Napier yang dimaksud akan disediakan oleh tim pengabdian sehingga bentuknya seragam dan kokoh.

Penggunaan tulang Napier, selain membantu siswa dalam mempercepat menghafal perkalian 1 sampai 10 dan membantu memahami konsep perkalian susun ke bawah yang abstrak [4], juga membantu siswa dalam mengaktifkan anggota badan. Penggunaan tulang Napier akan melatih psikomotorik siswa dan mengembangkan sikap afektif berupa tumbuhnya rasa senang dan minat pada matematika.

Dengan tulang-tulang Napier, maka operasi-operasi aritmatika seperti perkalian menjadi pekerjaan yang lebih mudah. Operasi penjumlahan dan pengurangan juga dapat diselesaikan dengan bantuan tulang Napier. Manfaat-manfaat lain dari tulang Napier antara lain menyelesaikan operasi aritmatika (perkalian, pembagian, penambahan dan pengurangan), menentukan kuadrat suatu bilangan, kelipatan suatu bilangan dan KPK. Tulang-Tulang Napier juga dapat digunakan untuk menentukan Faktor Persekutuan Terbesar.

E. Instrumen Evaluasi

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari kegiatan ini dilakukan pretes dan postes, serta wawancara kepada para siswa terkait dengan kesan-kesan para siswa setelah mempelajari perkalian dengan metode tulang Napier

Pretes dilakukan pada awal kegiatan dengan memberikan soal yang sejenis dengan soal postes. Hasil dari pretes ini digunakan sebagai informasi awal tentang penguasaan khalayak sasaran serta kompetensi yang belum atau telah dikuasai.

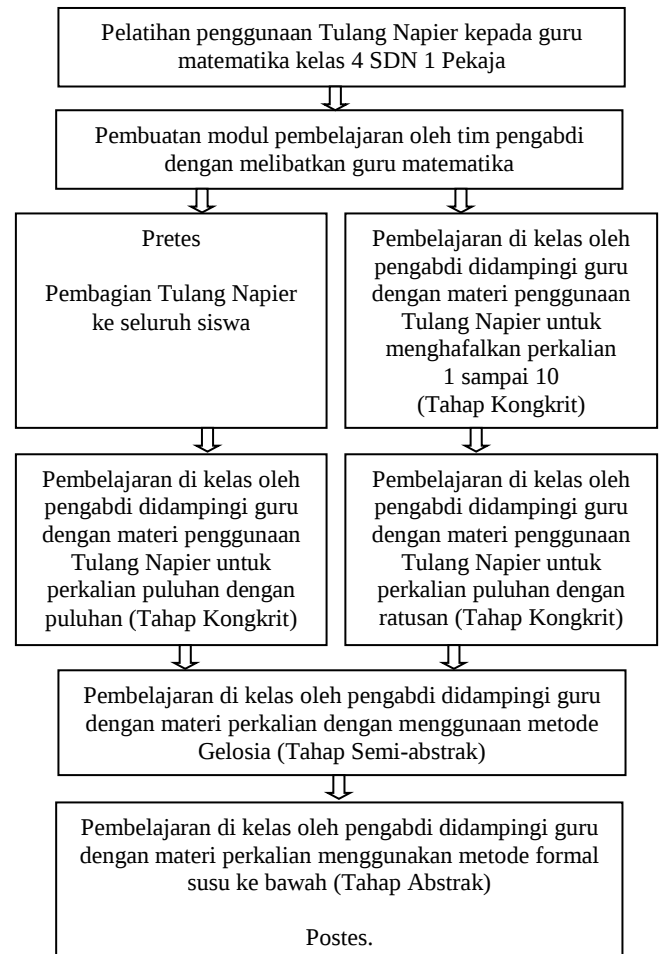
Postes dilakukan pada akhir program dengan soal yang sejenis dengan soal pretes. Indikator keberhasilan khalayak sasaran (peserta) adalah 80% dari seluruh peserta mencapai angka 80 atau lebih.

Wawancara dilakukan selama dan diakhir proses pembelajaran, dilakukan oleh guru untuk menjangkau informasi seputar penggunaan media nyata dalam pembelajaran matematika, rasa ketertarikan siswa dengan metode tulang Napier dan peningkatan minat dan motivasi siswa dalam penggunaan metode tersebut.

II. METODE PELAKSANAAN

Sampel penelitian ini adalah siswa-siswa kelas IV SDN 1 Pekaja, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. Dari 20 siswa, hanya 17 yang mengikuti seluruh proses pembelajaran. Sampel penelitian dipilih secara acak purposif.

Untuk memperjelas metode pelaksanaan pengabdian ini, berikut adalah bagan atau alur pengabdian yang dilaksanakan (Gambar 2).



Gambar 2. Alur Pengabdian di Kelas IV SDN 1 Pekaja

Metodologi penelitian berupa pemaparan materi yang dilakukan oleh pengabdian dibantu guru. Pembelajaran diberikan sebanyak 4 kali tatap muka dan dapat diselesaikan dalam waktu satu minggu (pada Gambar 2 dimulai sejak pretes dan diakhiri dengan postes). Kegiatan pembelajaran diberikan pada hari Selasa, Kamis, Jumat dan Sabtu, 7, 9, 10 dan 11 Agustus 2018, masing-masing pada pukul 08.20-09.30. Pada setiap sesi pembelajaran dilakukan pengambilan gambar dan video.

Pada pertemuan pertama, setiap siswa diberikan 1 set tulang Napier yang terdiri dari 33 keping tulang serta modul pembelajaran. Sebelum materi disampaikan, para siswa diberikan pretes sebanyak lima soal perkalian yang dikerjakan selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pembelajaran hingga 70 menit dengan materi perkalian satuan dengan satuan menggunakan tulang Napier. Aktifitas siswa dalam pembelajaran dengan tulang Napier dapat dilihat pada Gambar 3.

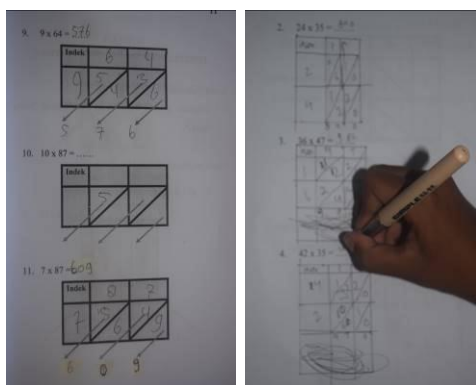
Pada dua pertemuan selanjutnya diberikan materi perkalian satuan dengan puluhan dan perkalian puluhan

dengan satuan menggunakan tulang Napier. Pada pertemuan terakhir diberikan materi perkalian puluhan dengan puluhan serta seluruh siswa mengerjakan postes, dan dipilih lima siswa untuk diminta pendapatnya terkait penggunaan tulang Napier. Kelima siswa tersebut adalah dua siswa dengan kemampuan tinggi, dua siswa dengan kemampuan rendah, dan satu siswa dengan kemampuan rata-rata.



Gambar 3. Aktivitas siswa dalam pembelajaran menggunakan tulang Napier.

Pada Gambar 4 ditampilkan hasil-hasil siswa dalam mengerjakan modul pembelajaran dengan tulang Napier.



Gambar 4. Hasil belajar siswa menggunakan tulang Napier.

Dalam pengabdian ini berhasil diaring data nilai pretes dan postes untuk 17 orang siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja. Data dikumpulkan dengan memberikan pretes pada pertemuan pertama, sebelum pembelajaran dimulai. Data juga dikumpulkan melalui postes pada pertemuan terakhir. Data primer berupa nilai pretes dan postes diberikan pada Tabel 1.

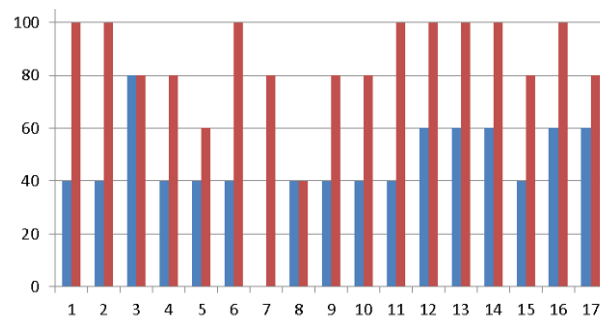
Tabel 1. Nilai pretes dan postes siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja

No	Pretes	Postes	No	Pretes	Postes
1	40	100	11	40	100
2	40	100	12	60	100
3	80	80	13	60	100
4	40	80	14	60	100
5	40	60	15	40	80
6	40	100	16	60	100
7	0	80	17	60	80
8	40	40			
9	40	80			
10	40	80			

Nilai pretes dan postes yang diperoleh dapat ditampilkan dalam bentuk diagram batang (Gambar 5). Diagram batang berwarna biru menunjukkan nilai pretes masing-masing siswa. Diagram batang berwarna merah marun menunjukkan nilai postes.

Dari Gambar 5, hampir seluruh siswa memperoleh nilai postes lebih besar dibanding nilai pretesnya. Dengan demikian, kita dapat mengajukan hipotesis bahwa

pembelajaran operasi perkalian dengan menggunakan tulang Napier dapat meningkatkan kemampuan siswa. Hipotesis inilah yang nantinya akan kita uji dengan menggunakan uji hipotesis.



Gambar 5. Diagram Batang Perolehan Nilai Pretes dan Postes Siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja

Pengolahan data dilakukan dengan cara sebagai berikut. Sesuai tujuan penelitian, akan diuji hipotesis penelitian yaitu apakah terdapat peningkatan kemampuan siswa setelah belajar menggunakan media tulang Napier.

Sampel penelitian yang terdiri dari 17 siswa dikategorikan sebagai data kecil. Oleh karena itu, pengujian hipotesis dilakukan dengan *paired t-test* atau uji beda rata-rata untuk sampel kecil yang berhubungan. Uji *paired t-test* mensyaratkan data diambil dari satu sampel yang saling berhubungan, yaitu sampel tersebut memiliki dua data berupa nilai pretes dan postes. Oleh karena nilai pretes dan postes berasal dari satu orang siswa yang sama, maka data dikatakan berasal dari satu sampel yang berhubungan.

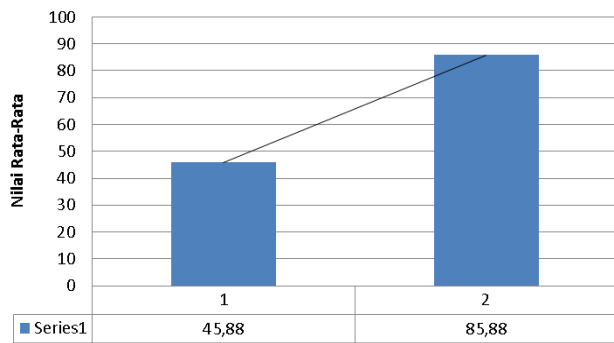
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sampel dalam pengabdian dan atau penelitian ini adalah siswa kelas IV SDN 1 Pekaja. Populasi untuk penelitian ini adalah seluruh siswa kelas IV di SDN 1, 2 dan 3 Pekaja, Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas.

Tabel 2. Ukuran-ukuran statistik untuk nilai pretes dan postes siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja

Ukuran Statistik	Kelas IV SDN 1 Pekaja	
	Pretes	Postes
Mean	45,88	85,88
Standar Deviasi	16,47	16,47
Median	40	80
Modus	40	100
Kemiringan	-0,65	-1,34
Keruncingan	2,92	2,05

Perhitungan statistika deskriptif memperlihatkan terjadinya kenaikan yang sangat signifikan antara nilai rata-rata pretes (45,88) menjadi 85,88 pada hasil nilai rata-rata postes (Gambar 6). Peningkatan nilai rata-rata yang terjadi sebesar 40 atau 87,18%.



Gambar 6. Kenaikan Rata-Rata Nilai Pretes dan Postes Siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja

A. Uji Normalitas Data Pretes

Pengujian normalitas data dilakukan dengan Uji Kolmogorov-Smirnov dengan hipotesis nol data mengikuti distribusi normal. Untuk nilai pretes, diperoleh $x_1, x_2, \dots, x_{17}$ seperti pada Tabel 1. Data diurutkan mulai dari yang terkecil (*increasing*). Pada Tabel 1, x_1 menyatakan siswa dengan nomor urut 1, x_2 menyatakan siswa dengan nomor urut 2, dan seterusnya sampai dengan x_{17} , setelah dilakukan pengurutan nilai pretes mulai dari nilai terkecil.

Perhitungan menggunakan Persamaan (1) dan (2) yang diberikan pada artikel [5], halaman 530 – 531 dan 740.

$$F_0(x_i) = P(X \leq x_i) = P\left(Z \leq \frac{x_i - \mu}{\sigma}\right) \quad (1)$$

$$D_{hitung} = \max_{i=1,2,\dots,n} M_i = \max\left\{\left|\frac{i}{n} - F_0(x_i)\right|, \left|\frac{i-1}{n} - F_0(x_i)\right|\right\} \quad (2)$$

Dari Persamaan (1) dengan *mean* $\mu = 45,88$ dan standar deviasi $\sigma = 16,47$ (lihat Tabel 2), untuk nilai-nilai $x = 0, 40, 60$, dan 80 diperoleh:

$$F_0(0) = P(X \leq 0) = P(Z \leq -2,79) = 0,0026;$$

$$F_0(40) = P(X \leq 40) = P(Z \leq -0,36) = 0,3594;$$

$$F_0(60) = P(X \leq 60) = P(Z \leq 0,86) = 0,8051;$$

$$F_0(80) = P(X \leq 80) = P(Z \leq 2,07) = 0,9808.$$

Hasil lengkap perhitungan dengan Persamaan (1) dan (2) diberikan pada Tabel 2. Untuk nilai pretes diperoleh $D_{hitung} = 0,3051$.

Tabel 3. Perhitungan untuk Uji Kolmogorov-Smirnov dengan Data Nilai Pretes

i	Pretes	$F_0(x_i)$	$\left \frac{i}{n} - F_0(x_i)\right $	$\left \frac{i-1}{n} - F_0(x_i)\right $	M_i	D
1	$x_1 = 0$	0,0026	0,2474	0	0,2474	0,3051
2	$x_2 = x_3 = \dots = x_{11} = 40$	0,3594	0,1406	0,1094	0,1406	
3	$x_{12} = x_{13} = \dots = x_{16} = 60$	0,8051	0,0551	0,3051	0,3051	
4	$x_{17} = 80$	0,9808	0,0192	0,2308	0,2308	

Berdasarkan pada Tabel A.38 [6], untuk $n = 4$ diperoleh $d_{tabel} = 0,493$ dengan $\alpha = 0,20$ dan $d_{tabel} = 0,565$ dengan $\alpha = 0,10$. Dengan demikian nilai $D_{hitung} = 0,3051$ akan mempunyai $\alpha > 0,20$. Artinya, dibawah tingkat keberartian $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima sebab $0,20 > 0,05$. Dengan demikian, data nilai pretes mengikuti distribusi normal.

B. Uji Normalitas Data Postes

Untuk data nilai postes, diperoleh $x_1, x_2, \dots, x_{17}$ seperti pada Tabel 1, dengan pengurutan dimulai dari nilai postes terkecil. Berdasarkan Tabel 2 data postes mempunyai *mean* $\mu = 85,88$ dan standar deviasi $\sigma = 16,47$. Dari Persamaan (1)

dengan *mean* $\mu = 85,88$ dan standar deviasi $\sigma = 16,47$ untuk nilai-nilai $x = 40, 60, 80$, dan 100 diperoleh:

$$F_0(40) = P(X \leq 40) = P(Z \leq -2,79) = 0,0026;$$

$$F_0(60) = P(X \leq 60) = P(Z \leq -1,57) = 0,0582;$$

$$F_0(80) = P(X \leq 80) = P(Z \leq -0,36) = 0,3594;$$

$$F_0(100) = P(X \leq 100) = P(Z \leq 0,86) = 0,8051.$$

Hasil lengkap perhitungan dengan Persamaan (1) dan (2) diberikan pada Tabel 3. Untuk nilai pretes diperoleh $D_{hitung} = 0,4418$.

Tabel 4. Perhitungan untuk Uji Kolmogorov-Smirnov dengan Data Nilai Postes

i	Pretes	$F_0(x_i)$	$\left \frac{i}{n} - F_0(x_i)\right $	$\left \frac{i-1}{n} - F_0(x_i)\right $	M_i	D
1	$X_1 = 40$	0,0026	0,2474	0,0026	0,2474	0,4418
2	$X_2 = 60$	0,0582	0,4418	0,1918	0,4418	
3	$X_3 = \dots = X_9 = 80$	0,3594	0,3906	0,1406	0,3906	
4	$X_{10} = \dots = X_{17} = 100$	0,8051	0,1949	0,0551	0,1949	

Untuk data nilai postes diperoleh $D_{hitung} = 0,4418$. Untuk $n = 4$ diperoleh $d_{tabel} = 0,493$ dengan $\alpha = 0,20$ dan $d_{tabel} = 0,565$ dengan $\alpha = 0,10$. Dengan demikian nilai $D = 0,4418$ akan mempunyai $\alpha > 0,20$. Artinya, dibawah tingkat keberartian $\alpha = 0,05$, maka H_0 diterima sebab $0,20 > 0,05$.

Dengan demikian, data nilai postes mengikuti distribusi normal.

C. Uji Pengaruh Penggunaan Tulang Napier dalam Peningkatan Prestasi Belajar Siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja

Setelah dipenuhi asumsi normalitas oleh kedua kelompok data (nilai pretes dan postes), dilanjutkan dengan pengujian hipotesis. Hipotesis yang diajukan adalah:

H_0 : tidak ada peningkatan prestasi siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja antara sebelum dan sesudah pelaksanaan pembelajaran dengan Tulang Napier

H_1 : terdapat peningkatan prestasi siswa Kelas IV SDN 1 Pekaja antara sebelum dan sesudah pelaksanaan pembelajaran dengan Tulang Napier.

Secara statistika, hipotesis penelitian di atas dapat dirumuskan dengan

$$H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 < \mu_2$$

dengan

μ_1 rata - rata nilai pretes

μ_2 rata - rata nilai postes

Pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai rata-rata pretes dan postes menggunakan Persamaan (3) yang terdapat pada artikel [4].

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} \quad (3)$$

dengan

$\bar{d}$ adalah rata - rata dari beda antara nilai postes dan pretes

s_d adalah simpangan baku atau standar deviasi dari $\bar{d}$

Untuk memperoleh nilai t_{hitung} terlebih dahulu ditentukan rata-rata beda (selisih) antara nilai pretes dan postes serta simpangan baku dari rata-rata beda tersebut. Tabel 5 menyajikan beda (selisih) antara nilai pretes dan postes (d_i) yang digunakan untuk menghitung rata-rata beda dan selisih kuadratnya (d_i^2) yang digunakan untuk menghitung standar deviasi dari rata-rata beda.

Tabel 5. Beda (Selisih) dan Beda Kuadrat antara Nilai Pretes dan Postes

No	Kelas IV SDN 1 Pekaja			
	Pretes	Postes	Beda (d_i)	Beda Kuadrat (d_i^2)
1	40	100	60	3600
2	40	100	60	3600
3	80	80	0	0
4	40	80	40	1600
5	40	60	20	400
6	40	100	60	3600
7	0	80	80	6400
8	40	40	0	0
9	40	80	40	1600
10	40	80	40	1600
11	40	100	60	3600
12	60	100	40	1600
13	60	100	40	1600
14	60	100	40	1600
15	40	80	40	1600
16	60	100	40	1600
17	60	80	20	400

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh nilai rata-rata beda dan nilai simpangan baku dari rata-rata beda adalah:

$$\bar{d} = \frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n)}{n} = \frac{(60 + 60 + \dots + 20)}{17} = \frac{680}{17} = 40$$

$$s_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\bar{d})^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{34.400 - \frac{(40)^2}{17}}{17-1}} = \sqrt{\frac{34.400 - 94,11}{16}} = \sqrt{2144,12} = 46,31.$$

Dengan menggunakan Persamaan (3) diperoleh

$$t_{hitung} = \frac{\bar{d}}{s_d / \sqrt{n}} = \frac{40}{46,31 / \sqrt{17}} = \frac{40}{46,31 / 4,12} = \frac{40}{11,24} = 3,56.$$

Perhitungan dengan Persamaan (3) menghasilkan $t_{hitung} = 3,56$. Nilai t_{tabel} dengan derajat kebebasan $dk = n - 1 = 17 - 1 = 16$ dan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ adalah $t_{tabel} = t_{0,05;16} = 1,746$. Oleh karena $t_{hitung} = 3,56 > t_{tabel} = 1,746$ maka H_0 ditolak. Dengan demikian, data yang diperoleh mendukung kesimpulan bahwa terjadi peningkatan prestasi siswa setelah dilaksanakannya pembelajaran dengan menggunakan tulang Napier.

IV. KESIMPULAN

Pengujian hipotesis penelitian pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ yang dilakukan dengan menggunakan *paired t-test* atau uji beda rata-rata untuk sampel yang berhubungan, memberikan kesimpulan bahwa terjadi peningkatan prestasi para siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan tulang Napier.

PUSTAKA

- [1] Y. S. Kusumah, Pembelajaran Matematika Rekreasional Melalui Eksplorasi, Penemuan, Permainan dan Hands-on Activity dalam Meningkatkan Kemampuan Matematis Siswa., Makalah Keynote Speakers Seminar Nasional Matematika, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Oktober 2015, pp. 1-16.
- [2] Z. Amir: Mengungkap seni bermatematika dalam pembelajaran, Suska Journal of Mathematics Education, vol. 1, no. 1, 2015, pp. 60-76.
- [3] E. Untari, Diagnosa Kesulitan Belajar Pokok Bahasan Pecahan pada Siswa Sekolah Dasar. Jurnal Ilmiah STKIP PGRI Ngawi, Vol. 13, No 1, 2013, pp. 1-8.
- [4] N. Aristiani, Penggunaan Media Batang Napier Dalam Meningkatkan Kemampuan Operasi Perkalian Bagi Anak Kesulitan Belajar Kelas 3 SD 11 Belakang Tangsi Padang, Jurnal Ilmiah Pendidikan Khusus, Vol. 1 No. 1, 2013, pp. 16-26.
- [5] M. Holander and D. A. Wolfe, Nonparametric Statistical Methods, John Wiley & Sons. Inc, 1999.
- [6] H. Riwidikdo, Statistik Kesehatan, Penerbit Mitra Cendekia Press, 2007.

Pelatihan Teknis Pembuatan Filter Air Bertekanan Rendah Bagi Masyarakat Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas

Technical Training on Manufacturing Low Pressure Water Filter for The Community of Kedungrandu Village, Patikraja District, Banyumas Regency

Sehah*¹, Abdullah Nur Aziz², Fatoni Achmad³

¹Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman, Jalan Dr. Suparno No. 61 Purwokerto, 53123, Indonesia

²Lembaga Pengembangan Teknologi dan Sistem Informasi (LPTS), Jalan Prof.Dr. HR. Boenyamin No. 708 Purwokerto, 53122, Indonesia

³Program Studi PAUD, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun, Jalan Bandara Sultan Babullah, Ternate, Indonesia

Email*: sehah.geophysics@gmail.com

Abstrak – Pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah bagi masyarakat Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas telah dilaksanakan pada bulan April – Juli 2017. Latar belakang kegiatan adalah adanya pencemaran air sumur warga yang diduga akibat intrusi limbah cair hasil pembusukan sampah organik di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Desa Kedungrandu. Sedangkan tujuan kegiatan adalah melaksanakan sosialisasi dan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah untuk mengolah air sumur yang telah tercemar menjadi air yang layak dikonsumsi berdasarkan parameter fisika. Manfaat kegiatan yang diharapkan adalah diperolehnya air sumur yang bersih, jernih, higienis, dan layak dikonsumsi oleh masyarakat yang tinggal di sekitar TPA Gunung Tugel. Setelah dilakukan kegiatan, sebagian besar peserta memberikan respons positif terhadap kegiatan pelatihan ini serta terdapat keinginan untuk mengimplementasikan dan menyebarkan. Indeks capaian rata-rata keberhasilan kegiatan ini berdasarkan hasil observasi menggunakan kuisioner adalah 85,16%; dengan indeks capaian tertinggi sebesar 92,19% (untuk item mendukung dilakukannya kegiatan dengan topik seperti di atas sebagai upaya untuk menambah keilmuan), serta indeks capaian terendah sebesar 77,34% (untuk item mampu memahami materi kegiatan yang telah disampaikan oleh tim dosen dengan baik). Tingkat pemahaman dan penyerapan peserta kegiatan terhadap materi pelatihan yang disampaikan cukup baik, meski perlu ditingkatkan. Hal tersebut didasarkan atas hasil rekapitulasi nilai pre-test dan post-test, dimana nilai rata-rata pre-test adalah 3,375 dan nilai rata-rata post-test adalah 7,178, sehingga terdapat kenaikan sebesar 112,70%. Meskipun biayanya relatif murah, realisasi pembuatan filter air masih kurang akibat keterbatasan dana dan tidak ada support dana khusus dari pemerintah desa.

Kata kunci: pelatihan teknis, filter air bertekanan rendah, TPA Gunung Tugel, Desa Kedungrandu.

Abstract – *Technical training on manufacturing low pressure water filter for community of Kedungrandu Village, Patikraja District, Banyumas Regency has been done in April – July 2017. The background of this activity is the presence of pollution in the community wells water that allegedly due to intrusion of liquid waste resulted from decomposition process of organic waste at the landfill of Gunung Tugel, Kedungrandu Village. The objective of this activity is to do socialization and technical training of manufacture the low pressure water filter to treat the well water which been contaminated into water that feasible to be consumed based on the physics parameter. While the expected benefits of this activity is be obtained the well water which clean, clear, hygienic, and feasible to be consumed for people that living in the area around of the TPA Gunung Tugel. After the technical training activity has been done, the largely participants give some positively response on this activity and there are their desire to implement and disseminate it. The average attainment index of this activity successfulness that based on the observation results utilizes quiz is 85.16%; with the highest index is 92.19% (for item of support to the technical training activity with topics like the above as effort to add knowledge) and the lowest index is 77.34%% (for item of able to understand the material of PKM that been taught by the team of lecturers nicely). The understanding and mastery of participant of the activity to the technical training matters that given have rather good, although still needs improved again. It can be known from the recapitulation results of pre-test and post-test values, where the average of the pre-test value is 3.375; and while the average of the post-test value is 7.178. Thus there is the ascension from the pre-test value up to the post-test value is about of 112.70%. Although the cost is relatively cheap, the realization of the water filter manufacturing is also lacking, due limited funds and no special fund support from the village government.*

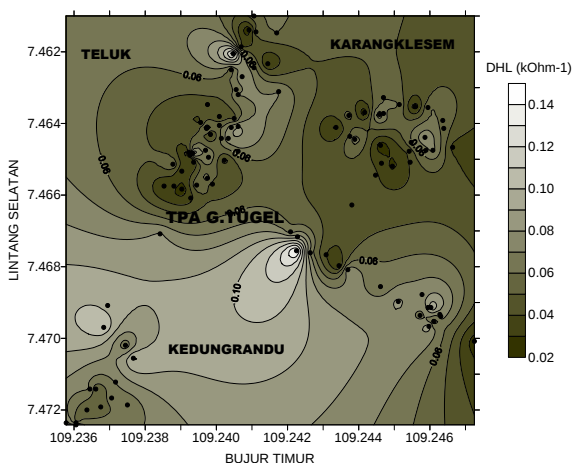
Key words: Technical training, low pressure water filter, TPA Gunung Tugel, Kedungrandu Village.

I. PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah di Kota Purwokerto dan sekitarnya masih terbatas. Salah satunya adalah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel yang terletak di selatan Kota Purwokerto. Meskipun sekarang telah ditutup, tetapi selama bertahun-tahun TPA Gunung Tugel masih sering digunakan untuk menampung sampah perkotaan, tanpa dilengkapi oleh sarana dan fasilitas untuk memisahkan sampah organik dan anorganik. Dalam sehari, terdapat kira-kira 300 meter kubik sampah yang masuk. Secara umum sebuah TPA seharusnya memenuhi berbagai kriteria termasuk persyaratan kesehatan lingkungan, karena keberadaan TPA yang tidak tepat dapat beresiko mencemari tanah, air, dan udara di sekitarnya [1].

Sampah di TPA yang telah lama membusuk seringkali mengeluarkan limbah cair yang disebut air lindi (*leachate*), yaitu berupa cairan hasil pembusukan sampah yang banyak mengandung organisme, senyawa kimia, ion logam maupun non logam, dan sebagainya. Limbah cair meresap ke dalam celah dan pori-pori tanah bersama air hujan, sehingga masuk ke dalam aliran air tanah sesuai siklusnya. Akibatnya mutu air tanah menurun hingga ke tingkat paling rendah, sehingga air tanah tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya [2]. Selanjutnya air tanah yang telah tercemar air lindi masuk ke dalam sumur-sumur penduduk terutama sumur yang berada di kawasan topografi rendah. Oleh karena itu, kekhawatiran akan tercemarnya air tanah atau sumur yang dikonsumsi penduduk di sekitar TPA patut ditindaklanjuti dan dicarikan solusi secara tepat [3].

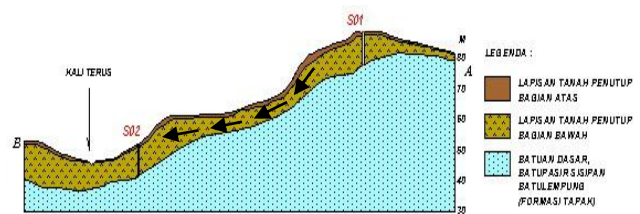
Berdasarkan nilai daya hantar listrik (DHL) air sumur yang pernah diukur, DHL rata-rata kawasan Gunung Tugel adalah $0,059 \text{ k}\Omega^{-1}$, dengan nilai tertinggi adalah $0,145 \text{ k}\Omega^{-1}$ dan nilai terendah adalah $0,021 \text{ k}\Omega^{-1}$. Nilai DHL di bagian selatan dan barat daya TPA relatif tinggi. Hal ini diduga akibat limbah cair hasil pembusukan sampah TPA (air lindi) diindikasikan mengalir ke arah kawasan ini yang memiliki topografi lebih rendah. Peta sebaran lokasi sumur di sekitar TPA Gunung Tugel dan distribusi DHL-nya dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan gambar tersebut sumur-sumur yang terletak di selatan dan barat daya TPA, yaitu di Desa Kedungrandu memiliki nilai DHL yang relatif tinggi [4].



Gambar 1. Peta kontur sebaran titik lokasi sumur di sekitar TPA Gunung Tugel lengkap dengan nilai daya hantar listriknya [4].

Selain itu kondisi tanah permukaan (*top soil*) sebagai hasil pelapukan di kawasan Gunung Tugel dan sekitarnya mempunyai kandungan air relatif tinggi, yaitu kurang lebih 53,05%; plastisitas tinggi dan kohesitas sangat rendah yaitu

kira-kira $0,0454 - 0,174 \text{ kg/cm}^2$ seperti ditunjukkan pada Gambar 2 [5]. Dengan demikian kondisi ini mempermudah air lindi meresap masuk ke dalam aliran air tanah. Secara geologi, lokasi TPA Gunung Tugel terletak di atas cekungan batuan dengan formasi batuan yang disebut Formasi Tapak. Formasi ini tersusun atas batupasir berputir kasar berwarna kehijauan dan konglomerat yang bercampur dengan batuan breksi andesit di bagian bawah. Adapun di bagian atasnya tersusun atas batupasir gampingan dan napal berwarna hijau, bercampur dengan fosil kepingan molusca. Formasi Tapak diestimasi memiliki kedalaman 500 meter [6]. Berdasarkan strukturnya, lapisan tanah pada formasi Tapak masih mudah diterobos oleh air dan limbah cair akibat masih banyaknya celah dan pori di dalam batuan.



Gambar 2. Penampang topografi dan geologi per lapisan tanah (stratigrafi) di daerah Gunung Tugel [5].

Salah satu solusi untuk mengatasi pencemaran limbah cair TPA yang masuk ke air sumur adalah melalui penyaringan atau pemfilteran. Filter air merupakan sebuah peralatan yang berfungsi untuk menyaring dan menghilangkan zat-zat padat kontaminan di air dengan menggunakan media penghalang baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Pelatihan teknis pembuatan alat filter air sederhana bertekanan rendah (*low pressure*) [7] bagi masyarakat Gunung Tugel dan sekitarnya terutama yang masih menggunakan air dari sumur dangkal telah dilaksanakan melalui sosialisasi, desain dan realisasi alat, observasi dan pengujian di laboratorium. Peralatan filter air telah dirancang untuk skala rumah tangga sehingga dilakukan masyarakat dengan biaya relatif murah. Peralatan filter tersebut bisa digunakan untuk menyaring air sumur, air sungai, air PDAM yang masih keruh, air yang mengandung zat besi dan kontaminan yang lain. Luaran peralatan filter air ini adalah dihasilkan air dengan kualitas yang baik dan layak digunakan oleh rumah tangga sehingga bermanfaat meningkatkan kesehatan dan sanitasi masyarakat [8].

Kualitas air yang baik sangat diperlukan untuk menopang kebutuhan hidup manusia, hewan dan tumbuhan. Oleh sebab itu ciri-ciri kualitas air yang baik yang dapat dikonsumsi perlu diketahui oleh manusia. Kualitas air yang baik secara fisika meliputi [9,10]:

- Rasa

Air yang berasa menunjukkan kehadiran berbagai zat yang justru dapat membahayakan kesehatan manusia. Efek yang timbul terhadap kesehatan manusia tergantung dari faktor yang menjadi sebab timbulnya rasa. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907/Menkes/SK/VII/2002, diketahui bahwa syarat air minum yang dapat dikonsumsi manusia adalah air yang tidak berasa.

- Bau

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/SK/VII/2002, bahwa syarat air

minum dapat dikonsumsi manusia adalah tidak berbau. Bau bisa timbul akibat pembusukan zat organik oleh bakteri atau akibat tidak langsung dari pencemaran lingkungan

▪ Temperatur

Air yang dikonsumsi sebaiknya memiliki temperatur yang sejuk dan tidak memiliki perbedaan temperatur yang ekstrim dengan temperatur udara (*room temperature*). Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/Menkes/SK/VII/2002, perbedaan temperatur maksimum air terhadap udara luar yang diperbolehkan adalah kurang lebih 3°C.

▪ Kekeruhan

Air yang digunakan untuk minum hendaknya merupakan air jernih. Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan zat-zat yang terdapat di air. Kekeruhan terjadi akibat zat-zat organik dan anorganik tersuspensi dan terlarut dalam air. Zat yang tersuspensi berkorelasi dengan tingkat kekeruhan. Semakin tinggi kandungan zat yang tersuspensi, maka semakin tinggi tingkat kekeruhan air. Standar yang ditetapkan oleh *United State Public Health Service* adalah batas maksimum 10 ppm dengan skala silikat.

▪ Jumlah Zat Padat Terlarut (*Total Dissolved Solids*, TDS) TDS adalah zat padat yang tertinggal sebagai residu pada saat penguapan air dan pengeringan kisaran suhu 103°C – 105°C di dalam *portable water*. Semakin tinggi nilai TDS, semakin banyak jumlah kandungan zat padat yang terlarut di dalam air. Berdasarkan *World Health Organization* (WHO), nilai TDS standar untuk kemurnian air minum dibatasi paling tinggi adalah 40 ppm

▪ Warna

Warna berperan untuk menghambat penetrasi cahaya ke dalam air. Warna air berasal dari partikel hasil pembusukan bahan-bahan organik (sampah), ion-ion metal alam (besi dan mangan), plankton, humus, limbah industri, dan tanaman air. Keberadaan oksida besi mengakibatkan air berwarna kemerahan, adapun oksida mangan berakibat air berwarna kecoklatan atau kehitaman.

▪ Daya Hantar Listrik (DHL)

Daya hantar listrik adalah “kemampuan” suatu cairan untuk menghantarkan arus listrik. Semakin banyak garam terlarut yang dapat terionisasi di dalam cairan, maka semakin tinggi pula nilai DHL. Besarnya nilai DHL tergantung dari jumlah ion anorganik, elektron valensi, temperatur, dan konsentrasi total dan relatifnya. Contoh air hasil penyulingan (*aquades*) memiliki nilai DHL sekitar 1 µmhos/cm, sedangkan perairan alami memiliki DHL sekitar 20 hingga 1.500 µmhos/cm.

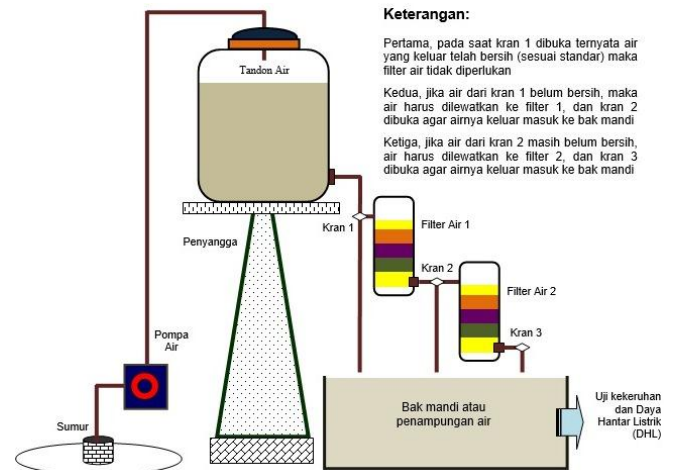
II. METODE PELAKSANAAN

A. Metode Kegiatan

Kegiatan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah ini dilakukan dalam bentuk sosialisasi dan pelatihan teknis; yang meliputi ceramah, diskusi, dan praktek. Topik-topik materi sosialisasi dan pelatihan teknis yang diberikan tim dosen pada kegiatan ini disajikan pada Tabel 1, adapun gambaran IPTEKS yang telah diterapkan ditunjukkan pada Gambar 3. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan peralatan filter air bertekanan rendah dapat ditunjukkan pada Tabel 2. Diskusi ilmiah antara tim dosen dengan masyarakat dilakukan setelah ceramah, sedangkan praktek pembuatan peralatan filter air dilaksanakan setelah diskusi ilmiah.

Tabel 1. Topik-topik materi sosialisasi dan pelatihan teknis

No	Topik-Topik Materi Pelatihan Teknis	Pemateri
1	Konsep Dasar Filtrasi Air, Jenis Media yang Digunakan, dan Cara Kerjanya	Abdullah Nur Aziz
2	Desain dan Realisasi Filter Air Low Pressure; Teknologi Sederhana Penjernihan Air untuk Skala Rumah Tangga	Sehah
3	Kriteria Kebersihan Air Ditinjau dalam Perspektif Agama dan Lingkungan	Fatoni Achmad



Gambar 3. Gambaran IPTEKS filter air bertekanan rendah dan pemanfaatannya dalam rumah tangga.

Tabel 2. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan peralatan filter air bertekanan rendah (*low pressure*) sejumlah 4 unit

No	Topik-Topik Materi Pelatihan Teknis	Pemateri
1	Bahan Tabung Filter:	
	- Paralon Ø = 4 inch, l = 50 cm	3 buah
	- Dop Ø = 4 inch	3 buah
	- Socket Ø = 4 inch	3 buah
	- Cleanout Ø = 4 inch	3 buah
	- Socket drat dalam Ø = ½ inch	3 buah
	- Socket drat luar Ø = ½ inch	3 buah
	- Vault ring Ø = ½ inch	6 buah
	- Nipple Ø = ½ inch	3 buah
	- Paralon Ø = ½ inch	secukupnya
	- Lem paralon	secukupnya
	- Sealtape paralon	secukupnya
2	Media Filter:	
	- Karbon aktif	3 kg
	- Pasir silica	1,5 kg
	- Zeolit	3 kg
	- Busa filter	secukupnya

B. Realisasi dan Implementasi

Solusi teknis yang dilakukan untuk mengatasi masalah tercemarnya air sumur bagi masyarakat sekitar TPA Gunung Tugel adalah penyediaan filter air berskala rumah tangga. Realisasi penyediaan filter air dilakukan melalui pembuatan alat filter air bertekanan rendah (*low pressure*) yang praktis, mudah, dan murah. Pelatihan teknis pembuatan alat filter air bertekanan rendah ini dilakukan melalui observasi, desain dan realisasi alat, sosialisasi, praktek, dan uji laboratorium. Melalui pelatihan teknis ini, masyarakat diharapkan mampu merealisasikan, mengoperasikan, dan mengimplementasikan

peralatan filter air bertekanan rendah untuk memperoleh air sumur yang bersih, jernih, higienis, dan layak dikonsumsi. Alat filter air ini dirancang secara sederhana sehingga teknik pembuatan dan pengoperasiannya sangat mudah dilakukan oleh masyarakat.

Agar implementasi hasil-hasil kegiatan ini berjalan lancar, maka dilakukan pendampingan teknis dan evaluasi tingkat keberhasilan pasca kegiatan sosialisasi dan pelatihan teknis. Seluruh materi yang disampaikan pada kegiatan ini dicetak dan di-copy-kan dalam *Compact Disk* (CD) serta dibagikan kepada khalayak sasaran. Demikian juga hasil pembuatan alat filter air bertekanan rendah diberikan kepada khalayak sasaran, dengan harapan agar khalayak sasaran mudah untuk menduplikasikannya.

C. Khalayak Sasaran Strategis

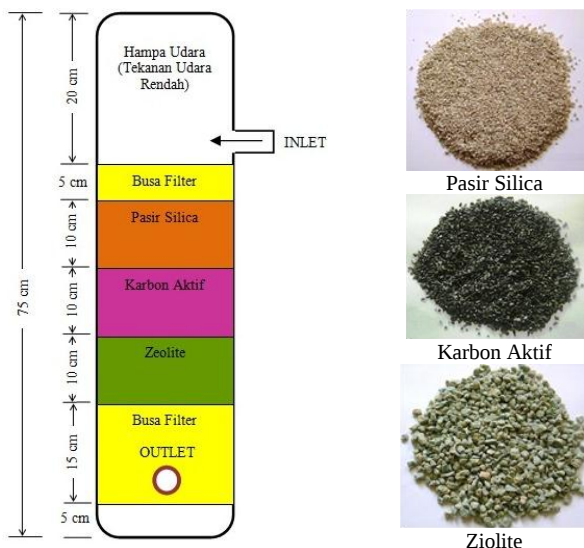
Khalayak sasaran strategis yang dilibatkan pada kegiatan pelatihan teknis ini terdiri atas:

- 1 Masyarakat yang tinggal di daerah sekitar TPA Gunung Tugel.
- 2 Kepala Desa Kedungrandu, Sekretaris Desa, dan seluruh perangkat desa.
- 3 Pengurus RT dan RW di Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja terutama dari kawasan Gunung Tugel.
- 4 Karangtaruna, pelajar, mahasiswa, dan tokoh masyarakat setempat yang memiliki kepedulian terhadap lingkungan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Desain dan Realisasi Filter Air Bertekanan Rendah

Desain alat filter air yang dibuat dalam kegiatan pelatihan teknis dapat dilihat pada Gambar 5, sedangkan realisasinya ditunjukkan pada Gambar 6. Ruang udara dalam peralatan didesain bertekanan rendah sebab berfungsi untuk menyedot air agar masuk ke dalam tabung filter secara alamiah. Busa berfungsi untuk menyaring padatan kasar yang ikut terlarut di dalam air. Pasir silika berfungsi untuk menyaring padatan halus yang terlarut. Karbon aktif berfungsi untuk menyerap (*absorption*) padatan halus tertentu yang terlarut dalam air dan tidak bisa tersaring oleh busa dan pasir silika. Adapun *zeolite* berfungsi menangkap (*adsorption*) ion-ion yang ikut terlarut di dalam air [11].



Gambar 5. Desain peralatan filter air bertekanan rendah.

B. Hasil Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan Teknis

Kegiatan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah telah dilakukan oleh tim di Balai Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas pada hari Sabtu, 13 Mei 2017 pukul 19.30 – 22.30 dan hari Senin, 24 Juli 2017 pukul 20.00 – 22.00. Kegiatan pertama merupakan sosialisasi dan pelatihan teknis yang dilakukan dalam bentuk ceramah, pelatihan teknis, diskusi, dan observasi. Adapun kegiatan kedua adalah pendampingan teknis dalam rangka implementasi hasil-hasil kegiatan, yakni pembuatan filter air bertekanan rendah yang dilakukan oleh masyarakat. Pada saat sosialisasi dan pelatihan teknis, tim dosen yang terlibat dalam kegiatan menyampaikan ceramah berdasarkan topik makalah masing-masing dosen seperti terlihat pada Tabel 1. Setelah dilakukan ceramah, kegiatan ini dilanjutkan dengan diskusi antara tim dosen dengan peserta pelatihan (khalayak sasaran), serta observasi melalui pengisian lembar kuisioner, seperti terlihat pada Tabel 3.



Gambar 6. Realisasi peralatan filter air bertekanan rendah.

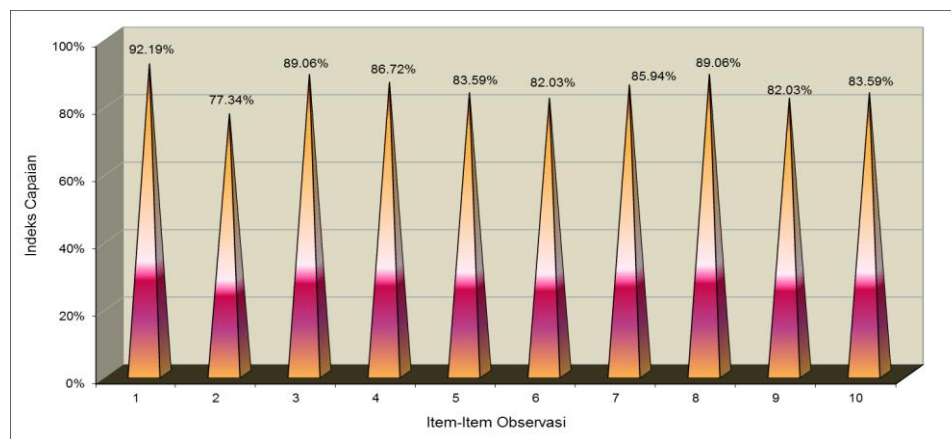
Tabel 3. Item-item pertanyaan observasi dalam kuisioner

No.	Item-Item Observasi	Indeks Capaian
1.	Apakah anda mendukung dilakukan kegiatan ini untuk menambah wawasan keilmuan?	92,19%
2.	Apakah anda mampu memahami materi pelatihan teknis ini dengan baik?	77,34%
3.	Apakah anda bersedia menerapkan hasil pelatihan ini untuk memperoleh air bersih?	89,06%
4.	Apakah menurut anda materi pelatihan teknis yang disampaikan bermanfaat?	86,72%
5.	Apakah anda dapat memahami dengan baik cara kerja filter air bertekanan rendah?	83,59%
6.	Apakah anda bersedia membuat ulang filter air ini dan mengoperasikannya?	82,03%
7.	Apakah anda setuju jika kegiatan ini ditindaklanjuti dengan pembimbingan teknis secara berkala dan teratur?	85,94%
8.	Apakah anda setuju jika alat filter air ini dipasang pada instalasi air di kamar mandi dan sumur rumah anda?	89,06%
9.	Apakah anda bersedia untuk menjadi pioneer dalam menyebarluaskan hasil kegiatan ini? Apakah anda bersedia untuk terus menjalin kerjasama yang baik dengan Tim Dosen UNSOED di dalam kegiatan yang berkesinambungan?	82,03%
10.		83,59%

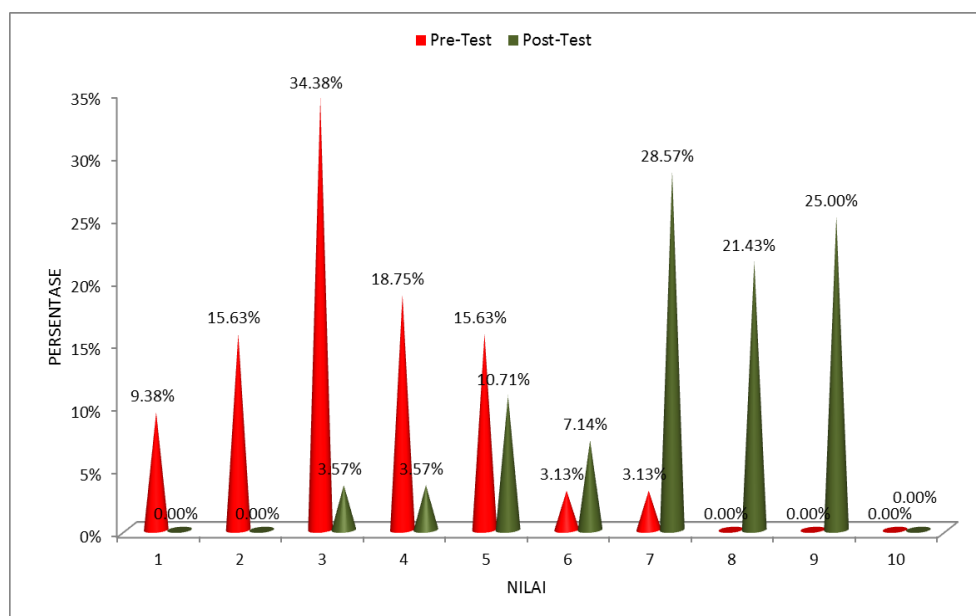
Berdasarkan jawaban peserta kegiatan terhadap item-item observasi seperti ditunjukkan pada Tabel 3, diperoleh nilai indeks capaian keberhasilan rata-rata sebesar 85,16%. Nilai tertinggi sebesar 92,19% untuk item No.1, sedangkan nilai terendah sebesar 77,34% untuk item No.2. Rendahnya nilai capaian item No.2 diduga akibat masih kurangnya peserta dalam memahami materi pelatihan teknis yang disampaikan tim dosen. Meskipun demikian, peserta memberikan respon positif terhadap pelaksanaan kegiatan seperti terlihat pada indeks capaian item No.3, No.4, dan No.8. Selain itu peserta juga ingin menyebarluaskan dan menindaklanjuti hasil-hasil kegiatan ini melalui bimbingan teknis secara berkala dan teratur, serta kerjasama yang baik dengan tim dosen di dalam kegiatan berkesinambungan, seperti ditunjukkan pada

indeks capaian item observasi No.7, No.9, dan No.10 seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Selain diobservasi melalui kuisioner, tingkat keberhasilan kegiatan sosialisasi dan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah dievaluasi melalui *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* diberikan kepada seluruh peserta sebelum kegiatan ini dilakukan, sedangkan *post-test* diberikan setelah kegiatan selesai. Tujuan *pre-test* adalah untuk mengetahui tingkat kemampuan dasar peserta kegiatan terkait materi sosialisasi dan pelatihan teknis yang akan diberikan, sedangkan tujuan *post-test* adalah untuk mengetahui sejauhmana peserta dapat memahami dan menyerap materi pelatihan teknis ini setelah mengikuti kegiatan. Agar hasil kedua jenis tes tersebut dapat dibandingkan, maka soal *pre-test* dan *post-test* dibuat sama.



Gambar 7. Indeks capaian kegiatan pelatihan teknis berdasarkan rekapitulasi jawaban peserta melalui observasi kuisioner.



Gambar 8. Perbandingan perolehan nilai *pre-test* dan *post-test* peserta pelatihan teknis.

Lembar jawab *pre-test* dan *post-test* yang telah diisi oleh peserta, selanjutnya dikoreksi dan diberi nilai dengan skor 0 hingga 10. Berdasarkan hasil rekapitulasi ini, diperoleh nilai *pre-test* rata-rata sebesar 3,375; dan nilai *post-test* rata-rata sebesar 7,178. Hasil rekapitulasi nilai menunjukkan bahwa tingkat penyerapan materi sosialisasi dan pelatihan teknis

relatif baik, sebab diperoleh kenaikan dari *pre-test* ke *post-test* sebesar 112,7%. Rendahnya nilai *pre-test* diperkirakan karena kemampuan dasar peserta kegiatan terkait air bersih dan filtrasi air masih kurang. Hal ini kemungkinan akibat peserta kurang mengakses informasi dari berbagai sumber dan latar belakang pendidikan yang relatif rendah. Namun

setelah disampaikan materi sosialisasi dan pelatihan teknis, peserta mampu memahami konsep dasar filtrasi air dengan baik, sehingga mengangkat nilai *post-test* secara signifikan,

Berdasarkan hasil-hasil evaluasi kegiatan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah (*low pressure*) bagi masyarakat Gunung Tugel Desa Kedungrandu, terdapat beberapa faktor pendukung dan penghambat. Beberapa faktor pendukung keberhasilan antara lain:

- 1 Dukungan dari mitra dan khalayak sasaran khususnya Kepala Desa dan perangkatnya, pengurus RT dan RW serta tokoh-tokoh masyarakat terhadap pelatihan teknis pembuatan filter air untuk mendapatkan air yang bersih, jernih, dan higienis di wilayah Gunung Tugel.
- 2 Tersedianya bahan pembuatan peralatan filter air dan media filternya dengan harga relatif murah. Peralatan ini bahkan dapat dibuat dari bahan bekas yang masih layak digunakan.
- 3 Seluruh peserta setuju untuk mengimplementasikan hasil-hasil kegiatan dalam bentuk pembuatan filter air bertekanan rendah untuk memperoleh air bersih, jernih, dan higienis bagi masyarakat, khususnya di kawasan TPA Gunung Tugel dan sekitarnya.

Sedangkan beberapa faktor penghambat adalah beberapa peserta kegiatan ini mengalami kesulitan memahami materi pelatihan teknis yang telah disampaikan oleh tim, sehingga mereka juga mengalami kesulitan mengimplementasikan pembuatan filter air untuk mendapatkan air bersih, jernih dan higienis. Namun demikian kendala paling utama adalah keterbatasan dana dari masyarakat dan tidak adanya bantuan dana dari pemerintah desa untuk percontohan, sehingga peralatan filter air belum dapat direalisasikan secara optimal oleh masyarakat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan pelatihan teknis pembuatan filter air bertekanan rendah (*low pressure*) bagi masyarakat Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja Kabupaten Banyumas dapat disimpulkan:

- 1 Pelatihan teknis pembuatan filter air bagi masyarakat Desa Kedungrandu, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas telah terlaksana dengan baik; namun proses implementasinya masih belum optimal.
- 2 Indeks capaian rata-rata tingkat keberhasilan kegiatan pelatihan berdasarkan hasil observasi menggunakan kuisioner adalah 85,16%; dengan nilai tertinggi adalah 92,19% untuk item observasi No.1 dan nilai terendah adalah 77,34% untuk item No.2.
- 3 Berdasarkan hasil rekapitulasi, diperoleh nilai *pre-test* rata-rata sebesar 3,375 dan *post-test* rata-rata sebesar 7,178. Hasil rekapitulasi menunjukkan kenaikan nilai sebesar 112,70% yang mengindikasikan bahwa tingkat pemahaman dan penyerapan materi pelatihan teknis oleh peserta relatif baik.

meskipun tidak mencapai nilai maksimum. Perbandingan nilai *pre-test* dan *post-test* ditunjukkan pada Gambar 8.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor Universitas Jenderal Soedirman dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) UNSOED atas dana yang disediakan. Terima kasih juga disampaikan untuk seluruh tim pengabdian yang terdiri atas dosen, pranata laboratorium pendidikan (PLP), dan mahasiswa yang telah bekerja secara keras, bahu-membahu, dan semangat melakukan kegiatan pelatihan teknis ini.

PUSTAKA

- [1] Suara Merdeka, *TPA Gunung Tugel Ditutup*, 18 Agustus 2016. Website: berita.suaramerdeka.com/, diakses tanggal 2 Februari 2017.
- [2] E.M. Yatim dan Mukhlis, Pengaruh Lindi (*Leachate*) Sampah terhadap Air Sumur Penduduk Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Air Dingin, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol.7 no.2, 2013, pp. 54 – 59.
- [3] R. Prabowo, Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Gunung Tugel Purwokerto (Tinjauan Yuridis Undang-Undang No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah), *Skripsi*, Fakultas Hukum, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 2011.
- [4] Sehan dan W.T. Cahyanto, Pengujian Daya Hantar Listrik Air Tanah di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Gunung Tugel Kabupaten Banyumas Menggunakan Prinsip Jembatan Wheatstone, *Molekul*, vol.4, no.1, Mei 2009, pp. 39 – 47.
- [5] Anonim, *Kajian Gerakan Tanah di Grumbul Gunung Tugel Desa Kedungrandu Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas*, Dinas Sumberdaya Air, Pertambangan, dan Energi Kabupaten Banyumas, Purwokerto, 2006.
- [6] S. Asikin., A. Handoyo, B. Prastitho, dan S. Gafoer, *Peta Geologi Lembar Banyumas Jawa, skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung, 1992.
- [7] T.U. Haryanto, *Filter Air Sumur Rumah Tangga (Low Pressure)*, 2016. Blog: <http://sukasukapaktri.blogspot.com/2016/02/filter-air-sumur-rumah-tangga-low.html>, diakses 18 April 2020.
- [8] M.N. Fajri, Y.L. Handayani, S.Sutikno, Efektifitas Rapid Sand Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Daerah Gambut di Provinsi Riau, *Jurnal Online Mahasiswa (JOM)*, vol. , no. 1, 2017, pp. 1 – 9.
- [9] Anonim, *Standar Kualitas Air Bersih; Kuantitas Air Bersih untuk Pemenuhan Kebutuhan Manusia*, 2012. Website: <http://bhybhaeg.blogspot.co.id>, diakses tanggal 6 Juni 2017.
- [10] Gusmawati, L. Deswanti, Analisis Parameter Fisika-Kimia sebagai Salah Satu Penentu Kualitas Perairan Batang Palangki Kabupaten Sijunjung, Sumatera Barat, *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, 2015, pp. 709 – 822.
- [11] Anonim, *Membuat Alat Penjernih Air dengan Bahan Alam*, 2014. Website: www.ipapedia.web.id/2014/12/membuat-alat-penjernih-air-dengan-bahan.html, diakses tanggal 2 Februari 2017.

PELATIHAN PEMBUATAN *HANDSANITIZER* DARI EKSTRAK DAUN KAMBOJA DI DESA PRIGI PADAMARA PURBALINGGA

TRAINING OF *HANDSANITIZER* FROM FRANGIPANGI LEAF EXTRACT IN PRIGI VILLAGE PADAMARA PURBALINGGA

Dian Riana Ningsih^{*1}, Senny Widyaningsih², Suwandri³

^{1,2,3}Jurusan Kimia Universitas Jenderal Soedirman

^{*}Email : deeyanbik@gmail.com

Abstrak – Desa Prigi merupakan daerah padat penduduk. Sebagian besar masyarakat tergolong ekonomi menengah ke bawah dan mata pencaharian sebagian besar buruh bangunan dan buruh pabrik rambut. Selain itu desa Prigi memiliki jumlah penduduk non produktif yang banyak diantaranya sebagai ibu rumah tangga. Oleh karena itu civitas akademika mengajak warga desa Prigi khususnya ibu-ibu PKK untuk membuka peluang usaha sendiri untuk meningkatkan pendapatan dengan membuat gel handsanitizer dengan zat aditif antibakteri alami dari ekstrak daun kamboja. Kegiatan yang dilakukan meliputi penyuluhan dan pembuatan gel handsanitizer. Ibu-ibu PKK sangat antusias mengikuti kegiatan pelatihan ini dan bisa membuat gel handsanitizer sendiri. Berdasarkan hasil kuisioner sebelum dan sesudah kegiatan pengetahuan dan ketrampilan ibu-ibu tentang handsanitizer meningkat.

Kata kunci: Daun kamboja, Handsanitizer, ibu-ibu PKK, Prigi

Abstract – Prigi is densely populated area. Most of the people belong to the middle to lower economy and livelihoods are mostly construction worker and hair factory workers. Besides that, Prigi has a large number of non productive resident, including housewives. Therefore, the academic community invites Prigi villagers, especially PKK women, to open their own business opportunities to increase income by making handsanitizer with natural antibacterial additive extract from frangipangi leaf extract. Activities undertaken include counseling and manufacturing handsanitizer. PKK women were very enthusiastic in participating in this training activity and could make their own handsanitizer. Based on the result of questionnaire before and after the activities of knowledge and skills of mothers about handsanitizer increased.

Keyword: Frangipangi leaf, Handsanitizer, PKK women, Prigi

I. PENDAHULUAN

Desa Prigi merupakan daerah padat penduduk. Penduduk desa Prigi berjumlah 2739 jiwa dengan luas wilayah 139, 892 Ha [1]. Sebagian besar masyarakat tergolong ekonomi menengah ke bawah dan mata pencaharian sebagian besar buruh bangunan dan buruh pabrik rambut. Rata-rata penghasilannya yaitu Rp 500.000-800.000 per bulan. Disamping itu juga Desa Prigi memiliki jumlah penduduk non produktif yang banyak diantaranya sebagai ibu rumah tangga. Pada kesempatan kali ini civitas akademika ingin mengajak warga masyarakat Desa Prigi untuk membuka peluang usaha sendiri (home industry) sehingga nantinya akan meningkatkan pendapatan warga masyarakat. Salah satu peluang usaha yang menjanjikan yaitu pembuatan gel handsanitizer dengan zat aditif antibakteri alami dari daun kamboja.

Gel handsanitizer merupakan produk inovasi pembersih tangan tanpa air yang dikenal dengan pembersih tangan antiseptik atau handsanitizer. Gel merupakan salah satu bentuk sediaan yang cukup digemari sebagai hand

sanitizer [2]. Bahan antiseptik di pasaran yang digunakan dalam formula sediaan gel biasanya dari alkohol (etanol, propanol, isopropanol) dengan konsentrasi $\pm$ 50% sampai 70% dan jenis disinfektan yang lain seperti klorheksidin, triklosan [3]. Alkohol sebagai disinfektan mempunyai aktifitas bakterisidal dengan cara merusak protein. Alkohol yang merupakan pelarut organik dapat melarutkan lapisan lemak dan sebum pada kulit, dimana lapisan tersebut berfungsi sebagai pelindung terhadap infeksi mikroorganisme. Alkohol juga bersifat mudah terbakar dan pada pemakaian berulang dapat menyebabkan kekeringan dan iritasi pada kulit. Sedangkan sebagaimana diketahui gel antiseptik tangan selalu diperlukan setiap saat, dalam hal ini digunakan dalam pemakaian berulang [4].

Pembuatan gel handsanitizer yang telah dilakukan Ningsih dkk [5] menggunakan ekstrak daun kamboja yang berpotensi sebagai antibakteri alami. Sehingga produk gel handsanitizer yang dibuat aman digunakan. Tanaman kamboja merupakan tanaman yang dapat digunakan sebagai obat-obatan alami termasuk kulit kayu, daun, akar, dan

bunga. Ekstrak daun kamboja dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan konsentrasi 30 ppm yang merupakan konsentrasi paling rendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Kemampuan antibakteri dan antijamur daun kamboja putih ini disebabkan oleh adanya senyawa metabolit sekunder yaitu berupa senyawa alkaloid dan saponin [6]. Ekstrak etanol daun kamboja dapat diformulasikan sebagai gel pembersih tangan dan telah diuji memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) [5].

II. METODE PELAKSANAAN

A. Lokasi

Desa Prigi Kecamatan Padamara Kabupaten Purbalingga dengan mitra ibu-ibu PKK.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi panci, kompor, baskom, pengaduk, gelas ukur 500 ml, gelas ukur 100 ml, timbangan digital, ember, corong plastik, saringan, lap, jeligen, botol 500 ml, botol 100 ml.

Bahan yang digunakan meliputi karbomer, Trietanolamin, gliserin, metil paraben, pewangi, akuades.

C. Persiapan

Kegiatan ini meliputi pengurusan perijinan ke Desa Prigi, penentuan waktu penyelenggaraan kegiatan dan persiapan administrasi seperti berita acara, absensi dan dokumentasi lainnya.

D. Pelaksanaan Penyuluhan

Materi penyuluhan adalah (1) materi tentang tanaman kamboja dan potensi daun sebagai antibakteri dan bagaimana cara pembuatan *handsanitizer*. Tujuan penyuluhan ini adalah memberikan ilmu dan wawasan baru kepada ibu-ibu PKK tentang potensi daun kamboja sebagai antibakteri dan pembuatan *handsanitizer*. Penyuluhan ini disampaikan dalam bentuk ceramah dan tanya jawab kepada peserta.

E. Pelatihan Pembuatan Handsanitizer

Kegiatan pelatihan diikuti oleh 20 orang ibu-ibu PKK. Kegiatan pelatihan meliputi:

- 1 Para mitra terlebih dahulu diperkenalkan bahan-bahan apa saja yang mendukung untuk pembuatan gel *handsanitizer*.
- 2 Menunjukkan peralatan-peralatan yang dipakai untuk proses pembuatan gel *handsanitizer* dan memiliki fungsi apa saja.
- 3 Menunjukkan ukuran atau takaran bahan yang sesuai untuk menjadi satu produk gel *handsanitizer*. Sehingga untuk membuat sejumlah produk gel *handsanitizer* nantinya tinggal mengalikan bahannya dengan satu gel *handsanitizer* tersebut.
- 4 Melatih bagaimana cara membuat gel *handsanitizer* dari ekstrak daun kamboja secara tepat dan benar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

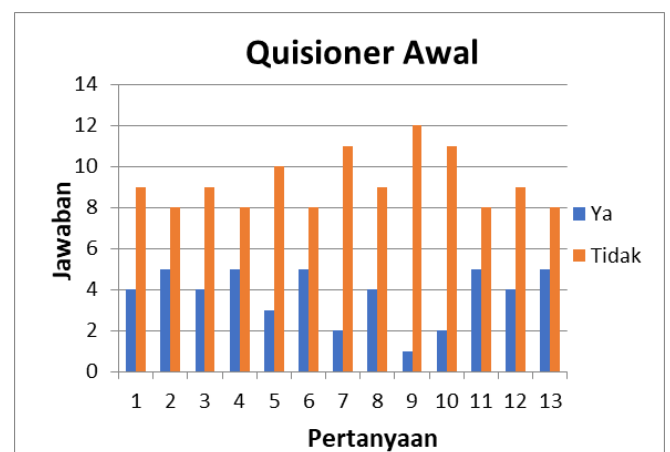
A. Kegiatan Penyuluhan

Kegiatan pengabdian masyarakat di Desa Prigi dihadiri oleh ibu-ibu PKK Desa Prigi. Kegiatan meliputi penyuluhan dan pelatihan. Kegiatan penyuluhan ini bertujuan untuk

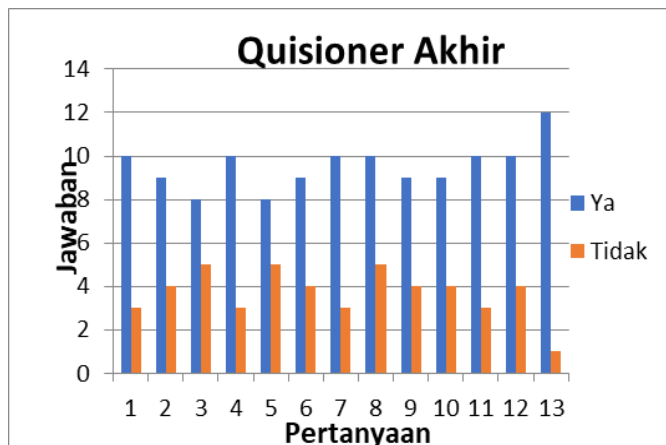
memberi wawasan, pengetahuan tentang cara ekstraksi daun kamboja, alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan *handsanitizer* dan cara pembuatan *handsanitizer*. Kegiatan diawali dengan menyebarkan undangan penyuluhan di sekitar warga RT 1 RW 1 Desa Prigi Purbalingga. Kemudian dilakukan Kuisioner terhadap ibu-ibu peserta penyuluhan. Kuisioner diberikan dua kali yaitu pada awal dan akhir kegiatan, Tabel kuisioner dapat dilihat pada Tabel 1. Data hasil kuisioner awal dan akhir dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2. Hasil kuisioner menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pengetahuan ibu-ibu PKK yang dapat dilihat ada peningkatan jawaban yang benar pada Gambar 2 dibandingkan dengan Gambar 1. Ibu-ibu PKK mengikuti kegiatan penyuluhan dengan aktif bertanya.

Tabel 1. Kuisioner sebelum dan sesudah kegiatan

No	Pertanyaan
1	Apakah anda mengetahui tentang antibiotik?
2	Apakah anda mengetahui tentang antibakteri?
3	Apakah anda mengetahui manfaat daun kamboja?
4	Apakah anda mengetahui kandungan senyawa kimia daun kamboja?
5	Apakah anda ingin meningkatkan nilai ekonomi daun kamboja?
6	Apakah anda mengetahui tentang ekstraksi?
7	Apakah anda mengetahui tentang ekstrak?
8	Apakah anda mengetahui bakteri <i>Escherichia coli</i> ?
9	Apakah anda mengetahui tentang <i>handsanitizer</i> ?
10	Apakah anda tahu komposisi <i>handsanitizer</i> ?
11	Apakah anda mengetahui cara membuat <i>handsanitizer</i> ?
12	Apakah anda mengetahui manfaat <i>handsanitizer</i> ?
13	Apakah anda ingin meningkatkan pendapatan?



Gambar 1. Hasil jawaban kuisioner awal yang diberikan pada ibu-ibu PKK



Gambar 2. Hasil jawaban kuisioner akhir yang diberikan pada ibu-ibu PKK

B. Pelatihan Pembuatan Handsanitizer

Kegiatan pelatihan dimulai dengan pengabdian memberi pelatihan pembuatan *handsanitizer* kepada ibu-ibu PKK. Pengabdian menyebutkan alat-alat dan bahan yang digunakan untuk pembuatan *handsanitizer*. Proses pembuatan sediaan gel *handsanitizer* menggunakan bahan dasar *gelling agent* yaitu karbomer. Pembuatan sediaan gel dilakukan dengan mendispersikan karbomer dalam aquades yang dipanaskan sambil diaduk menggunakan pengaduk stainless sampai semua karbomer terdistribusi secara merata dalam aquades. Metil paraben ditambahkan sebagai pengawet pada sediaan gel. Setelah itu ditambahkan gliserin dan ekstrak daun kamboja. Gliserin digunakan sebagai *emollient* agar sediaan gel *handsanitizer* ketika digunakan pada tangan tidak kering [2]. Setelah tercampur rata kemudian ditambahkan Trietanolamin (TEA) sampai membentuk gel. Trietanolamin pada sediaan gel *handsanitizer* digunakan sebagai emulgator. Gel *handsanitizer* dibiarkan dingin kemudian ditambah pewangi. Setelah dingin *handsanitizer* dimasukkan ke dalam botol. Gambar *handsanitizer* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Handsanitizer dari Ekstrak Daun Kamboja

IV KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian yang telah dilakukan diikuti oleh ibu-ibu PKK Desa Prigi Kecamatan Padamara Kabupaten

Purbalingga. Adanya peningkatan pengetahuan ibu-ibu PKK tentang pembuatan *handsanitizer*. Ibu-ibu PKK sangat antusias mengikuti kegiatan penyuluhan dan pelatihan pembuatan gel *handsanitizer*. Dengan adanya kegiatan ini ibu-ibu PKK dapat membuat gel *handsanitizer*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim PKM dari Jurusan Kimia Fakultas MIPA UNSOED menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Unsoed, Kepala Desa, perangkat dan ibu-ibu PKK Desa Prigi yang sudah bekerja sama dengan tim PKM.

PUSTAKA

- [1] Badan Pusat statistic. *Kabupaten Purbalingga Dalam Angka 2015*. BPS Provinsi Jawa Tengah. 2015.
- [2] Shu M. Formulasi Sediaan Gel Hand sanitizer dengan Bahan Aktif Triklosan 0,5% dan 1%, *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, vol. 1, no. 1, 2013
- [3] Cahyani N. M. E. Daun Kemangi (*Ocimum cannum*) sebagai Alternatif Pembuatan Handsanitizer. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol 2, 2014, pp 136-142.
- [4] Kurniawan, D.W, B.A. Wijayanto dan I. Sobri. Formulation and Effectiveness of Antiseptic Hand Gel Preparations Essential Oils Galanga (*Alpinia galanga*). *Asian Journal of Pharmaceutical & Biological Research (AJPBR)*, vol 2 No 4, 2012, pp 245-249.
- [5] Ningsih, D.R., Chasani, M., Rosyadi. *Formulasi Ekstrak Daun Kamboja (Plumeria alba L) menjadi handsanitizer dan Uji Stabilitasnya*. Penelitian Mandiri, 2015.
- [6] Ningsih, D. R, Zufahair, dan Purwati. Potensi Ekstrak Daun Kamboja (*Plumeria Alba L.*) Sebagai Antibakteri dan Identifikasi Golongan Senyawa Bioaktifnya. *Jurnal Molekul*, vol 9 no 2, 2014, pp 101-109.

Alih Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Air Piko hidro untuk Masyarakat di Desa Pekuncen Purbalingga

Transfer of Technology of the Pico-Hydropower for the Community at Desa Pekuncen Purbalingga

Jamrud Aminuddin^{*1}, Wihantoro¹, Mashuri², dan Pujo Priyadi¹

¹Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno 61 Grendeng, Purwokerto Jawa Tengah, 53122, Indonesia.

²Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jenderal Soedirman, Jl. dr. Suparno 61 Grendeng, Purwokerto Jawa Tengah, 53122, Indonesia.
Email*: jamrud.aminuddin@unsoed.ac.id

Abstrak – Desa Pekuncen, Kecamatan Bobotsari, Kabupaten Purbalingga Provinsi Jawa Tengah merupakan wilayah yang terletak sekitar 26-27 km ke arah timur dari kota Purwokerto. Desa tersebut terdiri atas 5 RW dimana pada wilayah RW 05 terdapat 2 RT yang dipilih sebagai mitra kegiatan pengabdian. Sebelum kegiatan ini dilaksanakan, di area tersebut masih ditemukan permasalahan berupa kekurangan air bersih dan penerangan jalan. Alih teknologi pembangkit listrik tenaga air piko hidro dipilih sebagai salah satu solusi untuk kedua persoalan tersebut. Alasan pemilihan solusi karena sekitar 30 m dari sumur dan tower untuk penyediaan air bersih. Selain itu, terdapat air terjun dengan ketinggian antara 8-10 m. Sistem yang telah direalisasikan dalam kegiatan ini dioperasikan melalui 5 tahapan utama untuk menghasilkan daya listrik ± 3 kW. Pertama, sumber aliran air berasal dari air terjun dialirkan menuju ke bak penampungan. Kedua, air dari bak penampung dialirkan melewati pipa pesat untuk menghasilkan air dengan kecepatan dan tekanan tinggi sebelum diarahkan untuk memutar turbin. Ketiga, turbin yang berputar dihubungkan ke generator untuk menghasilkan energi listrik. Keempat, energi listrik dari generator dinormalkan dengan stabilizer untuk mencegah terjadinya fluktuasi tegangan. Kelima, energi listrik yang telah stabil didistribusikan ke konsumen. Selanjutnya, pendistribusian daya listrik dari sistem yang telah direalisasikan dikelola oleh kelompok masyarakat setempat.

Kata kunci: Bak penampungan, generator, piko hidro, pipa pesat, stabilizer

Abstract – Desa Pekuncen, Kecamatan Bobotsari, Kabupaten Purbalingga Provinsi Jawa Tengah is an area located about 26-27 km to the east of Purwokerto. The area consists of 5 RWs where in RW 5th there are 2 RTs which are chosen as the partners of service activity. Before this activity was carried out, at the area is still found the problem about the clean water and street lighting. The technology transfer of piko hidro hydropower was chosen as one of the solutions for both problems. The reason for choosing the solution is because in first survey we seek the well and tower about 30 m from the location which supply the clean water. Besides, there is a waterfall with a height about 8-10 m. The system that has been realized in this activity is operated through 5 main stages to produce the electric power ± 3 kW. First, the source of the water flow comes from the waterfalls is flowed to the forebay tank. Second, water from the reservoir is flowed through the penstock pipe to produce the high speed and pressure of water before being directed to turn the turbine. Third, a rotating turbine is connected to a generator to produce electrical energy. Fourth, the electrical energy from the generator is normalized with a stabilizer to prevent voltage fluctuations. Fifth, stable electricity is distributed to consumers. Furthermore, the distribution process of the electric power for the realized system is managed by the community.

Key words: Forebay tank, generator, penstock pipe, piko hidro, stabilizer.

I. PENDAHULUAN

Desa Pekuncen, Kecamatan Bobotsari, Kabupaten Purbalingga terletak sekitar 26-27 km ke arah timur dari kota Purwokerto, Provinsi Jawa Tengah. Desa tersebut terdiri atas 5 RW. Khusus pada wilayah RW 05 terdapat 2 RT yang masih kekurangan fasilitas untuk menunjang kualitas hidup masyarakatnya. Persoalan yang ditemukan berdasarkan wawancara langsung dengan Kepala Desa Pakuncen beserta Ketua RT 02 dan RT 03 adalah penyediaan air bersih untuk setiap rumah tangga dan penerangan jalan.

Permasalahan air bersih untuk kedua RT tersebut telah mendapat penanganan dari pemerintah setempat dengan pembuatan sumur bor yang airnya diangkat dengan pompa air bertenaga mesin. Mesin tersebut digerakkan dengan menggunakan aliran listrik dari PLN dengan biaya operasional untuk pembayaran listrik berkisar antara Rp 300.000,- sampai Rp 700.000,- setiap bulan. Selain itu, terdapat pula biaya operasional lainnya (pemeliharaan) berkisar antara Rp 200.000,- sampai Rp 500.000,- setiap bulan. Jadi rata-rata biaya operasional yang diperlukan adalah antara Rp 500.000,- sampai Rp 1.200.000,- setiap

bulannya. Sementara iuran yang mampu disediakan masyarakat pengguna sekitar Rp 10.000,- setiap kepala keluarga (KK) yang jumlahnya sekitar 80 KK untuk kedua RT 02 dan RT 03.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan bersama pengelola penyediaan air bersih dalam hal ini Ketua RT 02 dan RT 03, diketahui bahwa terjadi kekuarangan biaya operasional rata-rata Rp 400.000,- setiap bulannya. Fasilitas penyediaan air minum yang digunakan di lokasi kegiatan yang telah diuraikan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar Error! No text of specified style in document.. Fasilitas penyediaan air bersih

Persoalan lainnya yang juga ditemukan dan disepakati akan dipecahkan adalah penerangan jalan. Permasalahan ini belum mendapatkan pemecahan dari pemerintah setempat. Alasannya tidak ada kelompok masyarakat yang akan bertanggungjawab untuk membayar beban listrik dari PLN. Perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pembayaran PLN sekitar Rp 100.000,- sampai Rp 200.000,- setiap bulan, belum termasuk biaya perawatan yang diperkirakan antara Rp 50.000,- sampai Rp 100.000,- setiap bulan. Gambaran situasi jalan desa yang belum mempunyai penerangan diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Jalan yang belum mendapatkan fasilitas penerangan

Berdasarkan survei lapangan dan wawancara langsung dengan pemerintah tingkat desa beserta tokoh masyarakat dan pemuda yang berada dalam wilayah tersebut, maka dibuat kesepakatan untuk melaksanakan kegiatan guna mengatasi kedua permasalahan tersebut. Sumber permasalahan utama yang telah diuraikan adalah tingginya biaya untuk pembayaran beban listrik dari PLN. Untuk mengatasi persoalan tersebut, maka dilaksanakan kegiatan alih teknologi dengan prioritas kegiatan instalasi PLTA pikohidro dan sosialisasi penggunaannya. Kegiatan tersebut diperuntukkan khususnya bagi masyarakat pengguna.

Alasan pemilihan solusi persoalan yang dihadapi masyarakat dalam kegiatan ini adalah ditemukannya beberapa potensi sumber daya alam di sekitar lokasi tersebut. Potensi yang pertama adalah adanya sarana penyediaan air bersih tetapi memerlukan dukungan ketersediaan aliran listrik selain dari PLN. Potensi yang kedua adalah sekitar 30 m dari sumur dan tower untuk penyediaan air bersih terdapat air terjun dengan ketinggian antara 8 m sampai 10 m. Gambaran situasi potensi yang kedua yaitu air terjun diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Potensi air terjun kecil di lokasi kegiatan

Kegiatan ini bertujuan untuk mentransformasi teknologi sederhana kepada masyarakat. Masyarakat diharapkan mampu merawat dan mengembangkan PLTA pikohidro dengan daya 1-5 kW. Penamaan PLTA dalam kegiatan ini berdasarkan *output* daya listrik yang dihasilkan. Dari beberapa literatur ilmiah diketahui bahwa berdasarkan *output* daya listrik yang dihasilkan, PLTA diklasifikasikan menjadi 5 istilah, yaitu: *Large-Hydro* (> 100MW), *Medium-Hydro* (15-100 MW), *Small-Hydro* (1-15 MW), *Mini-Hydro* (100-1000kW), *Micro-Hydro* (5-100kW), dan *Pico-Hydro* (< 5kW) [1-4].

II. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan alih teknologi ini dilaksanakan dalam beberapa tahapan dengan tujuan umum alih teknologi PLTA pikohidro yang terintegrasi dengan sarana penyediaan air bersih dan sarana penerangan jalan di lokasi mitra. Pada tahap awal dilakukan survei, pengukuran, dan analisis secara detail kemampuan air terjun di lokasi kegiatan. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui daya dukung atau kemampuan gaya dorong air terjun di sekitar wilayah mitra.

Pada tahap kedua dilakukan sosialisasi pertama pada masyarakat terkait dengan instalasi PLTA pikohidro. Selanjutnya dilakukan realisasi dan pemasangan PLTA pikohidro bekerja sama dengan kelompok masyarakat dan pemerintah setempat.

Pada tahap akhir dilakukan pengujian dan perbaikan sistem PLTA skala kecil sampai sistem ini bekerja dengan baik. Dalam tahapan ini sistem sudah terintegrasi dengan sarana penyediaan air bersih dan penerangan jalan di lokasi kegiatan. Sosialisasi kedua pada tahapan ini terkait dengan pemanfaatan dan perawatan PLTA pikohidro.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini merupakan salah satu bentuk transformasi hasil penelitian yang telah dilaksanakan sebelumnya. Penelitian terkait dengan PLTA pikohidro yang telah dilakukan adalah konfigurasi ideal konverter energinya dan keseimbangan putaran konverter energi tersebut dengan gaya dorong pada ujung pipa *penstock* [4]. Untuk itu, dalam kegiatan ini sistem mekanis PLTA pikohidro yaitu sumber gaya dorong dan konverter energi akan diproduksi sendiri. Komponen lainnya khususnya sistem instrumentasi belum bisa diproduksi sendiri tetapi sudah banyak dipasaran seperti generator listrik dan stabilizer [5,6].

Dalam kegiatan ini telah berhasil direalisasikan sebuah sistem pembangkit listrik tenaga air pikohidro dengan daya 2-3 kW. Sistem tersebut terdiri atas empat bagian utama. Bagian pertama adalah bak penampung (*forebay tank*) dan pipa pesat (*penstock*). Bak penampungan berfungsi untuk menampung air dari sumber aliran dan mengatur debit air. Pipa pesat berfungsi untuk memadatkan aliran air dari bak penampungan sehingga menghasilkan kecepatan dan tekanan tinggi sebelum diarahkan untuk memutar turbin [7,8]. Kedua, turbin dan sistem konverter untuk mengkonversi energi potensial air menjadi energi mekanik [4,9]. Ketiga, generator yang dihubungkan dengan turbin dan sistem konverter untuk menghasilkan energi listrik. Keempat, *stabilizer* atau alat yang berfungsi untuk menormalkan energi listrik dari generator untuk mencegah terjadinya fluktuasi tegangan [5]. Sistem PLTA pikohidro tersebut terintegrasi dengan sarana penyediaan air bersih yang sudah tersedia di lokasi mitra dan sumber aliran listrik untuk penerangan jalan yang sedang direalisasikan. Proses instalasi dan bentuk real sistem PLTA pikohidro diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Kegiatan instalasi PLTA picohidro



Gambar 5. Bentuk riil PLTA pikohidro

Turbin dan generator dapat dihubungkan dengan cara *direct copel* (gandengan langsung) dan *indirect copel* (gandengan menggunakan sabuk) [2]. Gandengan langsung akan memutar generator listrik dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan sumbu turbin, sehingga cara ini tidak memungkinkan untuk menambah kecepatan putaran generator. Gandengan tidak langsung atau menggunakan sabuk akan memutar generator listrik setelah terhubung dengan sabuk [1]. Kecepatan putarannya sangat bergantung pada desain gandengan antara turbin dan generator, sehingga cara ini memungkinkan untuk menambah kecepatan putaran generator listrik. Gandengan turbin secara

tidak langsung umumnya terdiri atas beberapa roda yang terhubung secara seporos dan serantai. Hubungan antara roda-roda tersebut dengan turbin berfungsi untuk mengoptimalkan proses konversi energi potensial menjadi energi mekanik sehingga disebut konverter energi [4]. Bentuk gandengan yang ideal untuk PLTA pikohidro diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk riil model gandengan konverter energi

Generator listrik adalah alat yang memproduksi energi listrik dari sumber mekanik dengan menggunakan induksi elektromagnetik. Generator berfungsi sebagai pembangkit arus listrik, tetapi tidak menciptakan muatan listrik, yang telah ada di dalam kawat konduktif dari lilitannya. Ini kurang lebih analogi dengan pompa air, yang menciptakan aliran air tetapi tidak menciptakan air di dalamnya. Berdasarkan arus listrik yang ditimbulkan generator terdiri atas dua jenis, yaitu generator listrik *alternating current* (AC) menggunakan *alternator* dan *direct current* (DC) menggunakan dinamo. Dalam alternator, terdapat dua kutub magnet yang saling berhadapan sehingga mengakibatkan timbulnya medan magnet dan di dalamnya terdapat kumparan yang berputar pada porosnya dan mengakibatkan jumlah gaya magnet menjadi berubah-ubah. Arus listrik yang dihasilkan alternator bersifat bolak balik bergelombang. Amplitudonya bergantung kepada medan magnet, jumlah dari lilitan tersebut, dan luas kumparannya [5]. Bentuk riil generator tersebut diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Generator listrik PLTA pikohidro

Salah satu alat yang sering digunakan untuk menstabilkan tegangan dan frekuensi pada generator induksi adalah VSI (*voltage source inverter*) dan ELC (*electronic load converter*). Sistem VSI berfungsi untuk mempertahankan tegangan generator induksi selalu berada pada kondisi konstan dengan cara mengatur besaran dari nilai arus reaktif yang masuk ke sistem generator induksi. Sementara rangkaian ELC atau yang sering disebut juga dengan *dump load* berfungsi untuk mempertahankan generator selalu pada kondisi beban penuh dengan cara mengatur besaran dari nilai RMS (*Root Mean Squared*) tegangan yang melewati *dump load*. Dengan mempertahankan generator selalu berada pada kondisi beban penuh maka frekuensi tegangan dari sistem generator dapat dijaga pada kondisi konstan. Dengan pemasangan rangkaian VSI (*Voltage Source Inverter*) dan ELC (*Electronic Load Controller*) sebagai pengatur elektrik pada sistem generator induksi maka frekuensi dan tegangan keluaran dari generator induksi tersebut dapat distabilkan [5]. *Stabilizer* yang digunakan dalam kegiatan ini diperlihatkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Stabilizer PLTA pikohidro

Dalam kegiatan ini telah berhasil direalisasikan PLTA dalam skala kecil di Desa Pakuncen, Kecamatan Bobot Sari, Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. Sistem PLTA ini secara teoretis mampu membangkitkan energi listrik sebesar 3 kW sehingga termasuk dalam kelompok PLTA pikohidro. Pada awal perancangan dan realisasi diketahui bahwa kondisi lokasi mempunyai sumber air yang memadai, tetapi karena perubahan musim pembangkit ini belum mampu bekerja secara optimal.

Salah satu faktor teknis yang menyebabkan sistem ini tidak mampu bekerja secara optimal adalah kurangnya debit air pada bak penampungan. Kondisi tersebut menyebabkan gaya dorong air pada ujung pipa pesat untuk memutar turbin tidak bekerja secara optimal. Mencermati kondisi tersebut maka pada tahapan berikutnya akan dilakukan penyempurnaan desain bak penampungan untuk mengoptimalkan gaya dorong air pada ujung pipa pesat. Salah satu rencana teknis yang akan dilaksanakan adalah membuat saluran pembuangan air dari warga dan sumber mata air pada lokasi kegiatan sehingga sistem ini tetap bekerja secara optimal pada musim kemarau.

IV. KESIMPULAN

Kegiatan yang telah dilaksanakan telah menghasilkan sebuah sistem PLTA pikohidro. Berdasarkan analisis dan

pengukuran yang telah dilakukan, maka diketahui bahwa sistem tersebut mampu menghasilkan energi listrik sebesar 3kW dalam kondisi debit air yang normal. Dalam kondisi debit air yang tidak normal, sistem ini tetap bekerja namun mengalami fluktuasi tegangan listrik.

Pada lokasi yang dipilih dalam kegiatan ini, diketahui bahwa kebutuhan masyarakat terhadap sistem yang telah direalisasikan cukup tinggi khususnya untuk penerangan jalan dan penyediaan air bersih tetapi kurang didukung sumber air yang memadai jika terjadi musim kemarau yang berkepanjangan. Untuk itu, pada kegiatan selanjutnya khususnya yang terkait dengan realisasi PLTA pikohidro disarankan memilih lokasi dengan ketersediaan sumber air yang memadai. Selain itu, perlu dipertimbangkan tingkat kebutuhan masyarakat terhadap sistem PLTA pikohidro yang akan dibangun.

Keberlanjutan kegiatan ini adalah masyarakat diharapkan mampu memanfaatkan PLTA pikohidro ini untuk mendorong peningkatan ekonomi. Selain itu, sistem ini diharapkan diharapkan menjadi media pembelajaran terkait dengan pembuatan PLTA pikohidro khususnya bagi mahasiswa Unsoed. Teknologi sederhana ini juga diharapkan dapat diterapkan di lokasi lain yang membutuhkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini dilaksanakan atas biaya dana DIPA Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Tahun 2015 dengan Nomor DIPA-023.04.1.673453/2015 Tanggal 14 Nopember 2014 Nomor Kontrak: 2264/UN23.14/PN/2015. Untuk itu, kami mengucapkan terima kasih kepada penyandang dana kegiatan ini. Terima kasih juga kami ucapkan kepada masyarakat dan pemerintah Desa Pakuncen Purbalingga atas kerjasamanya selama kegiatan ini dilaksanakan.

PUSTAKA

- [1] Zulkarnain, H. Soekarno dan A. Berlian, Sistem Piko Hidro untuk Daerah Terpencil, *Publikasi P3TEK*, vol. 1. no. 1, 2002, hal. 20-26.
- [2] Soekarno H., T. Anggono dan A. Heriansyah, Komponen Dasar dalam Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mini-Mikrohidro, *Publikasi P3TEK*, vol. 1. no. 1, 2002, hal. 8-12.
- [3] Jorfri B.S. Perancangan Turbin Air untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (Studi Kasus Desa Way Gison Kec.Sekincau Kab. Lampung Barat). *Jurnal Sains dan Inovasi*, vol. no.1, 2009, hal. 57-64.
- [4] Aminuddin J, dan A. N. Aziz, Analisis Konfigurasi Ideal Konverter Energi PLTA Pikohidro berdasarkan persamaan Euler-Lagrange dan Metode Runge-Kutta, *Seminar Nasional Pembangunan Pedesaan*, LPPM-Unsoed. September 2013.
- [5] Irasari P dan D Hidayati, Nurafni, Analisis Prototipe Generator Kecepatan Rendah Untuk Pembangkit Listrik Skala Kecil, *Majalah Teknologi Indonesia*, vol. 29, no. 1, 2006, hal. 47-51.
- [6] Caxaria G.A, D.M Sousa, and H.M Ramos, Small scale hydropower: generator analysis and optimization for water supply systems, *World Renewable Energy Congres*, Sweden, 8-13 May 2011, Linköping-Sweden, hal. 1386-1393.
- [7] Schetz J. A, A.E Fuhs, and J.A Schetz, Fundamentals of Fluid Mechanics, 2nd Eddition, Wiley-Interscience, USA, 1999.
- [8] Alexander K.V, and E.P. Giddens, Optimum Penstocks for Low Head Micro Hydro Schemes, *Renewable Energy*, vol. 33, issue 03, 2008, pp. 507-519.
- [9] Ho-Yan B, and W. D Lubitz, Performance evaluation of Cross-flow Turbine for Low-head Application, *World Renewable Energy Congress*, Sweden, 8-13 May 2011, Linköping-Sweden, pp. 1394-1399.