

ALIH TEKNOLOGI PEMBUATAN TEROPONG BINTANG SEDERHANA UNTUK KEPERLUAN *RU'YATUL HILAL* BAGI REMAJA MASJID

Sehah, Abdullah Nur Aziz, Mukhtar Effendi*

*Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Jenderal Soedirman
Jalan dr. Suparno No.61 Karangwangkal Purwokerto*

*Email: sehahallasimy@yahoo.com

Abstrak

Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) Program Penerapan IPTEKS yang berjudul “Alih Teknologi Pembuatan Teropong Bintang Sederhana untuk Keperluan *Ru'yatul Hilal* bagi Remaja Masjid” telah dilakukan di Masjid Baitussalam Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas. Tujuan kegiatan adalah melakukan alih teknologi teknis pembuatan teropong bintang sederhana bagi Remaja Masjid. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah ceramah, diskusi, dan praktek. Setelah dilakukan alih teknologi, sebagian besar peserta memberikan respons positif terhadap kegiatan PKM ini dan terdapat keinginan cukup kuat untuk menerapkan dan menyebarkan. Indeks capaian rata-rata keberhasilan kegiatan ini berdasarkan monitoring menggunakan kuisioner adalah 78,69%, dengan indeks capaian tertinggi 96,43% dan indeks capaian terendah 60,71%. Tingkat pemahaman peserta kegiatan PKM terhadap materi alih teknologi dan sosialisasi yang diberikan cukup optimal. Hal ini terlihat dari hasil rekapitulasi nilai *pre-test* maupun *post-test*, dimana nilai rata-rata *pre-test* adalah 4,95, sedangkan nilai rata-rata *post-test* adalah 7,86. Berdasarkan nilai-nilai yang diperoleh tersebut, terdapat kenaikan nilai *pre-test* ke *post-test* sebesar 58,58% yang menunjukkan bahwa penyerapan materi PKM oleh peserta sesuai dengan yang diharapkan

Kata kunci: alih teknologi, remaja masjid, *ru'yatul hilal*, teropong bintang sederhana

PENDAHULUAN

Teropong merupakan instrumen optik yang berfungsi membantu mata untuk melihat obyek-obyek jauh agar dapat terlihat jelas. Pada dasarnya teropong bintang memiliki dua buah lensa cembung yaitu lensa obyektif (menghadap ke obyek) dan lensa okuler (dekat dengan mata). Jarak titik fokus lensa obyektif harus lebih besar daripada jarak titik fokus lensa okuler sehingga bayangan akhir yang terbentuk cukup besar (Sears & Zemansky 1972; Giancoli 2001). Secara umum berkas cahaya dari obyek-obyek langit datang berupa berkas cahaya sejajar yang diterima oleh lensa obyektif, sehingga membentuk bayangan nyata, diperkecil, dan terbalik di titik fokus lensa obyektif (F_{ob}), dengan persamaan (Tipler 1998):

$$\frac{1}{F_{ob}} = \frac{1}{S_{ob}} + \frac{1}{S_{ob}'} \quad (1)$$

S_{ob} merupakan jarak obyek terhadap lensa obyektif dan S_{ob}' adalah jarak bayangan. Karena S_{ob} terletak sangat jauh dan dianggap tak terhingga (∞), maka persamaan (1) dapat dituliskan menjadi:

$$\frac{1}{F_{ob}} = 0 + \frac{1}{S_{ob}'} \quad (2)$$

Hal ini berarti $S_{ob}' = F_{ob}$, atau bayangan nyata dari obyek yang sangat jauh terletak tepat di titik fokus lensa obyektif seperti Gambar 1.

Bayangan yang dibentuk oleh lensa obyektif tersebut, kemudian diasumsikan sebagai benda bagi lensa okuler. Jika mata pengamat rileks atau tidak berakomodasi,

maka lensa okuler dapat diatur sedemikian rupa sehingga bayangan akhir dari lensa okuler berada pada jarak tak terhingga ($S_{ok}' = \infty$). Syaratnya adalah letak benda maya yang merupakan bayangan lensa obyektif (S_{ok}) harus berada di titik fokus dari lensa okuler (F_{ok}), dengan persamaan sebagai berikut (Tipler 1998):

$$\frac{1}{F_{ok}} = \frac{1}{S_{ok}} + \frac{1}{S_{ok}'} \quad (3)$$

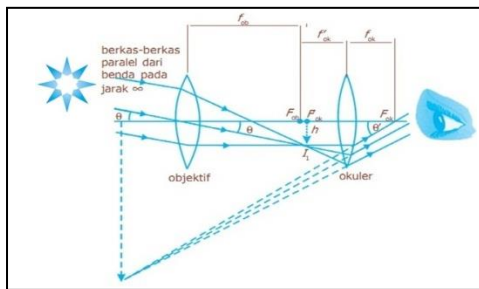
Jika $S_{ok}' = F_{ok}$, maka:

$$\frac{1}{S_{ok}'} = 0 \rightarrow S_{ok}' = \infty \quad (4)$$

Berdasarkan persamaan (2) dan persamaan (4), agar benda maya berada di titik fokus okuler (F_{ok}) dan bayangan akhirnya berada pada jarak tak terhingga ($S_{ok}' = \infty$), maka panjang teropong (d) yang dibuat harus memenuhi syarat sebagai berikut:

$$d = F_{ob} + F_{ok} \quad (5)$$

Persamaan (5) menunjukkan bahwa titik fokus lensa obyektif (F_{ob}) dan titik fokus lensa okuler (F_{ok}) menempati titik yang sama atau berimpit (Gambar 1).



Gambar 1. Skema teropong bintang dan pembentukan bayangannya.

Nilai perbesaran total bayangan teropong dapat diketahui dengan mengamati skema perjalanan berkas cahaya pada teropong. Jika tinggi bayangan lensa obyektif (h_1) sangat kecil daripada F_{ob} , serta tangen $\theta \approx \theta'$ untuk sudut yang sangat kecil, maka sudut θ dapat dinyatakan dengan persamaan (Halliday & Resnick 1984):

$$\theta \approx \frac{h_1}{F_{ob}} \quad (6)$$

Selanjutnya berkas cahaya dari bayangan lensa obyektif yang sejajar dengan sumbu utama tersebut, setelah jatuh pada lensa okuler, maka berkas itu melewati titik fokus okuler (F_{ok}) menuju ke mata pengamat, sehingga sudut θ' dapat dinyatakan:

$$\theta' \approx \frac{h_1}{F_{ok}} \quad (7)$$

Dengan demikian perbesaran angular (perbesaran total) teropong dapat dirumuskan:

$$M = \frac{\theta'}{\theta} = -\frac{F_{ob}}{F_{ok}} \quad (8)$$

Tanda minus (-) persamaan (8) menunjukkan bahwa bayangan akhir yang terbentuk bersifat terbalik relatif terhadap obyek atau benda. Berdasarkan persamaan (8), untuk memperoleh perbesaran yang lebih, lensa obyektif harus memiliki jarak fokus yang besar atau panjang, sedangkan lensa okuler harus memiliki panjang fokus yang kecil atau pendek.

Salah satu ciri penanggalan kalender Islam (*hijriyyah*) adalah dengan melihat bulan sabit (*hilal*) setiap akan menentukan awal bulan. Hal ini menjadi amat penting tatkala awal bulan yang ditentukan adalah bulan Ramadhan dan bulan Syawal karena terkait dengan pelaksanaan ibadah Puasa. *Hilal* merupakan sosok bulan sabit tipis yang dapat diamati pertama kali pada setiap memasuki awal bulan *hijriyyah*. Tradisi menyaksikan bulan sabit muda (*ru'yatul hilal*) merupakan petunjuk yang sangat kuat bahwa visibilitas fisik *hilal* di langit merupakan obyek yang tepat untuk menentukan awal bulan. Teropong bintang berperan membantu dalam pengamatan *hilal*, sehingga dapat dicapai obyektivitas hasil pengamatan dan unifikasi persepsi obyek langit yang dinamakan *hilal*. Selain itu, kesalahan-kesalahan persepsi tentang obyek-obyek langit lain yang diduga sebagai *hilal* dapat dihindari (Chairul 2008).

Masyarakat yang menjadi khalayak sasaran dalam kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS adalah Remaja Masjid, karena remaja masjid umumnya terlibat aktif dalam penyelenggaraan kegiatan amaliyah pada bulan Ramadhan hingga Idul Fitri, dan peringatan hari-hari besar Islam lainnya. Adapun masjid yang dipilih pada kegiatan ini adalah Masjid Baitussalam Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas

mengingat suasana desa yang relatif religius. Sebagian besar masyarakat Desa Kebarongan beragama Islam. Desa ini sering disebut sebagai Desa Santri, karena terdapat beberapa pondok pesantren, madrasah, serta yayasan Islam. Pengurus takmir masjid Baitussalam juga mempunyai latar belakang organisasi yang berbeda, seperti Muhammadiyah, Nahdhatul Ulama (NU), dan *manhaj salafy*.

METODE

Pembuatan teropong bintang sederhana dilaksanakan di Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman pada bulan Maret hingga Mei 2014. Adapun alih teknologi kepada khalayak sasaran telah dilaksanakan pada hari Jumat 23 Mei 2014 di Masjid Baitussalam, Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas. Beberapa peralatan dan bahan yang digunakan dalam pembuatan

teropong bintang sederhana ditunjukkan pada Tabel 1.

Model kegiatan yang diterapkan dalam PKM – Program Penerapan IPTEKS yang dilaksanakan di Masjid Baitussalam, Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas adalah alih teknologi. Kegiatan alih teknologi bertujuan untuk mentransfer teknologi sederhana pembuatan teropong bintang dari bahan bekas yang murah dan tersedia di lingkungan sekitar. Selain itu juga dilakukan sosialisasi teknik pengamatan *hilal* menggunakan teropong bintang sederhana. Dalam kegiatan PKM disampaikan beberapa materi (makalah) yang dipadu dengan diskusi, observasi, dan evaluasi. Topik-topik materi alih teknologi dan sosialisasi yang disampaikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pembuatan dua set teropong bintang sederhana.

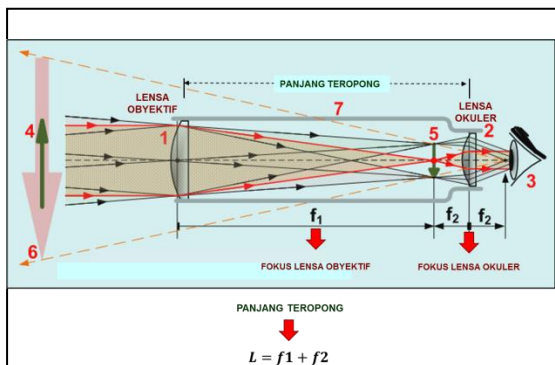
No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah
1	Lensa Obyektif (lensa cembung $\varnothing = 7$ cm)	2 buah
2	Lensa Okuler (lensa cembung $\varnothing = 2,5$ cm)	2 buah
3	Pipa Peralon ($\varnothing = 2$ inch, $p = 12,5$ cm)	2 buah
4	Pipa Peralon ($\varnothing = 2,5$ inch, $p = 27$ cm)	2 buah
5	Pipa Peralon ($\varnothing = 3$ inch, $p = 15$ cm)	2 buah
6	Oversock (sambungan pipa) dari 2,5 inch ke 2 inch	4 buah
7	Oversock (sambungan pipa) dari 2 inch ke 1,25 inch	4 buah
8	Sock (sambungan pipa) 2,5 inch	4 buah
9	Lem Peralon	1 tube
10	Cat hitam dan kuas	1 set
11	Kayu penyangga	secukupnya
12	Sekrup kecil	secukupnya

Tabel 2. Topik materi yang disosialisasikan dalam kegiatan PKM penerapan IPTEKS

No.	Topik Makalah	Pemateri
1	Konsep Dasar Fisika Optik untuk Pembuatan Teropong Bintang Pembias dan Teropong Bintang Pemantul	Sehah, S.Si. M.Si.
2	Alih Teknologi Teknik Pembuatan Teropong Bintang Sederhana dengan Menggunakan Bahan Baku Peralon Hitam dan Lensa Cembung	Dr. Abdullah Nur Aziz, M.Si.
3	Sosialisasi Teknik Pengamatan <i>Hilal</i> Menggunakan Teropong Bintang Sederhana	Dr. Eng. Mukhtar Effendi, M.Eng.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain model dan realisasi peralatan teropong bintang sederhana yang telah dibuat dan diimplementasikan pada kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS di Masjid Baitussalam, Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Teropong bintang sederhana tersebut dibuat berdasarkan desain model menggunakan peralatan dan bahan seperti ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Desain model teropong bintang sederhana menggunakan dua buah lensa (keterangan: L = panjang teropong, $f_1 = F_{ob}$, dan $f_2 = F_{ok}$)



Gambar 3. Realisasi teropong bintang sederhana dari bahan pipa peralon menggunakan dua buah lensa cembung, yaitu lensa obyektif dan lensa okuler (untuk skala latihan: $F_{ob} = 33,70\text{cm}$ dan $F_{ok} = 19,07\text{cm}$).

Respon dari peserta kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS diobservasi melalui kuisioner, dengan item-item observasi ditunjukkan pada Tabel 3. Mengingat peserta kegiatan PKM memiliki latar belakang pendidikan bervariasi, maka peserta diminta memilih jawaban pertanyaan-pertanyaan observasi yang terdiri atas: Sangat Setuju (**SS**), Setuju (**S**), Ragu-Ragu (**R**), Tidak Setuju (**TS**),

dan Sangat Tidak Setuju (**STS**). Selanjutnya jawaban-jawaban tersebut diberikan bobot untuk mempermudah pengolahan datanya yaitu Sangat Setuju (**SS**) = 5, Setuju (**S**) = 4, Ragu-Ragu (**R**) = 3, Tidak Setuju (**TS**) = 2, dan Sangat Tidak Setuju (**STS**) = 1.

Tabel 3. Item-item observasi dalam kuisioner

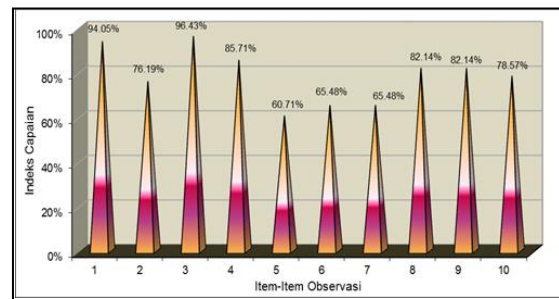
No.	Item-Item Observasi
1	Apakah anda setuju dilakukan kegiatan PKM ini sebagai upaya untuk menambah ilmu dan pengalaman bagi Remaja Masjid dan masyarakat?
2	Apakah anda dapat memahami seluruh materi yang telah disampaikan oleh narasumber dari Tim Dosen UNSOED, baik teori maupun praktek?
3	Apakah anda setuju apabila hasil kegiatan PKM ini disebarluaskan ke setiap masjid maupun musholla di lingkungan sekitar anda?
4	Apakah anda setuju mendapatkan manfaat dari hasil penyampaian materi oleh narasumber khususnya pengetahuan tentang teknik pembuatan teropong bintang sederhana?
5	Apakah anda dapat memahami dan membuat ulang teropong bintang sederhana menggunakan bahan-bahan bekas yang ada di sekitar anda?
6	Apakah anda dapat memahami cara kerja teropong bintang sederhana berdasarkan prinsip-prinsip dasar ilmu Fisika?
7	Apakah anda dapat memahami bentuk <i>hilal</i> (bulan sabit muda) dan cara mengamatnya menggunakan teropong bintang sederhana?
8	Apakah anda setuju apabila masjid dan musholla di lingkungan anda berperan sebagai <i>pioneer</i> atau pelopor penyebaran informasi ini kepada masyarakat lain?
9	Apakah anda setuju apabila kegiatan PKM ini perlu ditindaklanjuti dengan pelatihan secara berkala, khususnya tentang teropong dan <i>ru'yatul hilal</i> ?
10	Apakah anda bersedia mengimplementasikan hasil kegiatan PKM untuk melakukan pengamatan <i>hilal</i> di setiap awal bulan Islam khususnya menjelang bulan suci Ramadhan?

Hasil rekapitulasi jawaban para peserta terhadap kuisioner dirangkum dalam sebuah diagram seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan hasil rekapitulasi, diperoleh indeks capaian rata-rata keberhasilan kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS sebesar 78,69% dengan indeks capaian tertinggi 96,43% untuk item No.3, serta indeks capaian terendah adalah 60,71% untuk item No.5. Masih rendahnya item No.5, kemungkinan akibat keraguan dari peserta untuk menduplikasi atau membuat ulang teropong bintang sederhana dari bahan-bahan pipa dan lensa bekas yang ada di lingkungan sekitar. Namun hal ini dapat dipahami karena sebagian besar peserta alih teknologi ini memiliki latar belakang pendidikan dan ketrampilan yang relatif kurang sesuai untuk mempraktekkan pembuatan teropong bintang sederhana.

Berdasarkan hasil observasi melalui kuisioner, diketahui bahwa secara umum peserta memberikan respons positif terhadap kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS dan terdapat keinginan kuat untuk menerapkan dan menyebarkanluaskannya. Hal ini tercermin dari jawaban peserta terhadap pertanyaan kuisioner pada item No.1, No.3, No.4, No.8, dan No.9. Sedangkan untuk tingkat pemahaman materi PKM dan kesediaan peserta mengimplementasikan hasil kegiatan PKM dalam pengamatan *hilal* di setiap awal bulan Islam adalah cukup. Hal ini tercermin dari jawaban peserta terhadap pertanyaan kuisioner untuk item No.2 dan No.10. Sedangkan respon peserta untuk item-item observasi No.5, No.6, dan No.7 adalah sedang. Hal ini diduga akibat penyerapan atau pemahaman materi PKM yang disampaikan tim Dosen, khususnya yang terkait dengan

teknik pembuatan teropong bintang berdasarkan prinsip-prinsip dasar Fisika serta teknik pengamatan *hilal* menggunakan teropong bintang sederhana masih belum optimal.

Selain observasi melalui kuisioner, keberhasilan PKM – Program Penerapan IPTEKS juga dievaluasi melalui pelaksanaan *pre-test* dan *post-test*. Lembar *pre-test* diberikan kepada setiap peserta sebelum pelaksanaan kegiatan PKM, adapun lembar *post-test* diberikan setelah kegiatan selesai. Tujuan *pre-test* adalah untuk mengetahui kemampuan dasar peserta tentang materi yang akan disampaikan pada kegiatan PKM sedangkan tujuan *post-test* adalah untuk mengetahui sejauh mana pemahaman dan penyerapan materi peserta setelah mengikuti kegiatan PKM. Agar hasil kedua *test* ini dapat dibandingkan, maka soal *pre-test* dan *post-test* dibuat sama. Secara lengkap item-item soal yang diujikan di dalam lembar *pre-test* maupun *post-test* dapat dilihat pada Tabel 4.



Gambar 4. Indeks capaian keberhasilan kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS berdasarkan rekapitulasi jawaban peserta melalui observasi kuisioner.

Tabel 4. Soal-soal yang diujikan dalam lembar *Pre-Test* dan *Post-Test* beserta jawabannya

No.	Item-Item Soal	Jawaban Benar
1	Teropong adalah peralatan optik yang dapat digunakan untuk melihat benda....agar dapat dilihat dengan jelas. a. jauh b. dekat c. kecil	A
2	Lensa yang digunakan sebagai komponen utama peralatan teropong bintang adalah.... a. lensa cekung b. lensa cembung c. lensa datar	B
3	Lensa yang digunakan untuk menerima langsung berkas cahaya dari obyek atau benda langit pada peralatan teropong disebut.... a. lensa okluer b. lensa tipis c. lensa objektif	C

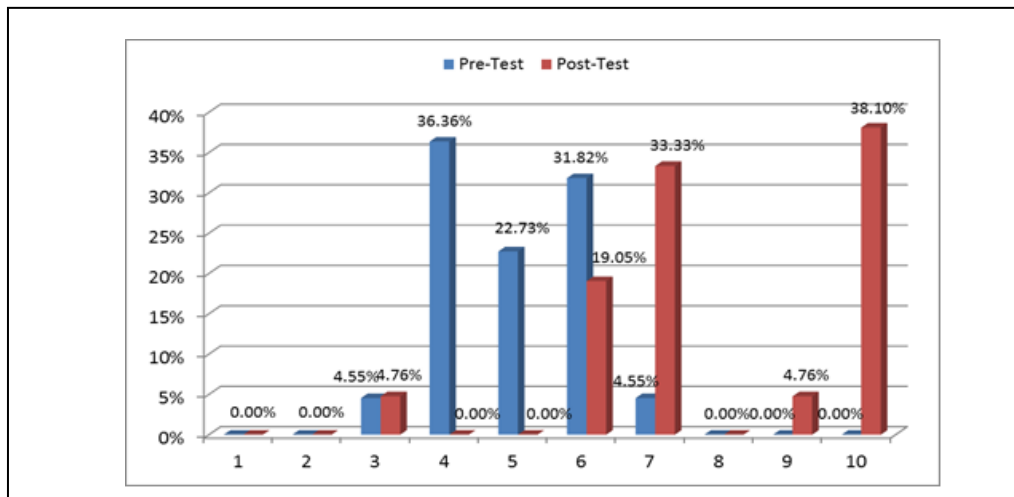
4	Lensa yang digunakan untuk melihat bayangan akhir obyek atau benda langit di dalam sebuah teropong adalah lensa....	A
	a. okuler b. obyektif c. paralel	
5	Bayangan akhir yang terbentuk pada peralatan teropong dapat dilihat langsung menggunakan mata. Bayangan tersebut mempunyai sifat-sifat di bawah, kecuali....	C
	a. diperbesar b. terbalik c. nyata	
6	Yang dimaksud dengan <i>hilal</i> adalah bulan sabit tipis yang muncul pada saat...dalam kalender Islam.	C
	a. akhir bulan b. tengah bulan c. awal bulan	
7	<i>Hilal</i> dapat dilihat menggunakan teropong sesaat setelah....	A
	a. matahari terbenam b. bintang muncul c. bulan naik	
8	Di bawah ini adalah tempat-tempat yang digunakan untuk melakukan <i>ru'yatul hilal</i> , kecuali....	B
	a. pantai b. hutan c. puncak gunung	
9	Sesaat sebelum <i>hilal</i> baru muncul, seluruh badan bulan yang terlihat dari bumi gelap. Peristiwa ini disebut <i>istikmal</i> atau....	C
	a. komparasi b. kombinasi c. konjungsi	
10	Untuk melakukan pengamatan <i>hilal</i> , teropong harus diarahkan ke....	B
	a. utara b. barat c. timur	

Lembar jawaban *pre-test* maupun *post-test* yang telah diisi oleh peserta PKM, selanjutnya dikoreksi oleh tim dosen dan diberi nilai. Rentang nilai yang ditetapkan adalah 0 – 10. Berdasarkan hasil rekapitulasi nilai peserta untuk *pre-test*, diperoleh nilai rata-rata sebesar 4,95. Sedangkan hasil rekapitulasi nilai peserta untuk *post-test*, diperoleh nilai rata-rata sebesar 7,86. Hasil rekapitulasi nilai ini menunjukkan bahwa tingkat penyerapan

materi PKM secara teoritik oleh peserta cukup optimal karena terdapat kenaikan nilai *pre-test* ke nilai *post-test* sebesar 58,58%. Hasil persentase perolehan nilai *pre-test* dan *post-test* secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 5 dan Gambar 6. Berdasarkan Tabel 5 tidak ada satupun peserta yang mendapatkan nilai *pre-test* di atas 7, sementara untuk *post-test* terdapat beberapa peserta memperoleh nilai 9 dan 10.

Tabel 5. Perbandingan perolehan nilai *pre-test* dan *post-test*

Nilai	Prosentase (%)	
	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	4,55	4,76
4	36,36	0
5	22,73	0
6	31,82	19,05
7	4,55	33,33
8	0	0
9	0	4,76
10	0	38,10



Gambar 5. Distribusi persentase perolehan nilai *pre-test* dan *post-test* peserta PKM

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kegiatan PKM – Penerapan IPTEKS di Masjid Baitussalam Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas dapat disimpulkan:

1. Alih teknologi pembuatan teropong bintang sederhana telah berhasil dilakukan dengan indeks capaian rata-rata keberhasilan berdasarkan hasil rekapitulasi kuisioner adalah 78,69%, dengan indeks capaian tertinggi 96,43% dan indeks capaian terendah adalah 60,71%.
2. Tingkat pemahaman peserta kegiatan PKM – Penerapan IPTEKS terhadap materi yang diberikan cukup baik. Hal ini terlihat dari hasil rekapitulasi nilai *pre-test* dengan rata-rata 4,95 dan nilai *post-test* dengan rata-rata 7,86. Dengan demikian terdapat kenaikan nilai dari *pre-test* ke *post-test* sebesar 58,58%.
3. Faktor pendukung keberhasilan kegiatan PKM adalah adanya dukungan moril yang kuat dari takmir Masjid Baitussalam serta takmir-takmir masjid lain di Desa Kebarongan, Kecamatan Kemranjen, Kabupaten Banyumas.
4. Faktor kendala yang dihadapi peserta adalah sebagian mereka belum mampu memahami teknis menduplikasi teropong bintang sederhana dari bahan-bahan bekas yang ada di sekitar.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan kepada Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman atas dukungan dana yang disediakan dalam kegiatan PKM – Program Penerapan IPTEKS. Terima kasih disampaikan kepada Kepala Laboratorium Fisika Dasar, Fakultas Sains dan Teknik, UNSOED atas fasilitas peralatan yang disediakan. Terima kasih juga disampaikan kepada rekan dosen dan mahasiswa Program Studi Fisika yang ikut serta membantu kesuksesan program kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chairul, Z.S. 2008. *Teknik Pelaksanaan Rukyatul Hilal*. Kantor Wilayah Kementerian Agama Provinsi Sumatera Utara.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika 2*. Terjemahan: Yuhilza Hanum. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Halliday, D & R. Resnick. 1984. *Fisika 2*. Edisi ke-3. Penerjemah: Pantur Silaban dan Erwin Sucipto. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sears, F.W., & M.W. Zemansky. 1972. *Fisika Untuk Universitas Jilid 3: Optika dan Fisika Atom*. Penyadur: Nabris Chatib. Jakarta: Binatjipta.
- Tipler, P.A. 1998. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jilid 2 (Terjemahan). Edisi ke-3. Jakarta: Erlangga.