





DARMABAKTI CENDEKIA : Journal of Community Service and Engagements

www.e-journal.unair.ac.id/index.php/DC

WORKSHOP FOR THE UTILIZATION OF LASER AND TECHNOLOGY 4.0 TO USE THE FUNCTIONS OF THE PHYSICS LABORATORY FOR SMA, MA, AND SMK TEACHERS IN GRESIK DISTRICT

WORKSHOP PEMANFAATAN LASER DAN TEKNOLOGI 4.0 UNTUK MENDAYAGUNAKAN FUNGSI LABORATORIUM FISIKA BAGI GURU SMA, MA, DAN SMK DI KABUPATEN GRESIK

Retna Apsari^{1*} , Moh. Yasin¹ , Samian¹ , Herri Trilaksana¹ , Supadi¹ ,
Pujiyanto¹ 

Prodi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga – Indonesia

Scope:
Social Economic

ABSTRACT

Background: Almost all of the development and research actors in the field of optical physics come from universities. Meanwhile, at the SMA, MA and SMK levels, this field is very poorly understood. This is due to the limited knowledge of optical physics and its supporting technology owned by the teachers.

Objective: With this continuous and continuous training, it is hoped that it can provide new insights about understanding lasers and their use for technology 4.0 and can utilize laboratories in schools at the SMA, MA and SMK levels. **Method:** In practice, this activity was carried out virtually via Zoom which was attended by teachers at the SMA, MA and SMK levels, and was filled by several Physics lecturers at Airlangga University in delivering material in the form of lasers, laser diffraction, and 3D printing technology. **Results:** Partners get information related to increasing knowledge of the use of lasers and diffraction phenomena that can be conveyed and demonstrated to students, as well as the use of 3D printing technology so that teachers can convey and increase students' interest in learning Physics. **Conclusion:** Physics teachers at the SMA, MA and SMK levels, especially in Gresik Regency, feel quite helped by this activity because it has provided updated knowledge and information related to understanding and mastering the basic principles and applications of using lasers with a very satisfied level of satisfaction of about 47.73%, a satisfied category of about 45.27%, and the remaining 7% choosing to be less satisfied.

ABSTRAK

Latar Belakang: Pengembangan dan pelaku riset di bidang fisika optik hampir semuanya berasal dari Perguruan Tinggi. Sedangkan pada tingkat SMA, MA, dan SMK, bidang ini sangat kurang dipahami, sehingga menyebabkan keterbatasan pengetahuan fisika optik dan teknologi pendukungnya yang dimiliki oleh para guru. **Tujuan:** Dengan adanya pelatihan yang kontinu dan berkesinambungan ini, diharapkan dapat memberikan wawasan baru mengenai pemahaman laser dan pemanfaatannya untuk teknologi 4.0 serta dapat mendayagunakan laboratorium di sekolah pada tingkat SMA, MA dan SMK. **Metode:** Dalam pelaksanaannya, kegiatan ini dilakukan secara virtual melalui Zoom yang diikuti oleh para guru pada tingkat SMA, MA dan SMK, dan diisi oleh beberapa dosen Fisika Universitas Airlangga dalam penyampaian materi berupa pemanfaatan laser, difraksi laser, serta teknologi 3D printing. **Hasil:** Mitra mendapatkan informasi terkait peningkatan pengetahuan pemanfaatan laser dan fenomena difraksi yang dapat disampaikan dan diperagakan ke para siswa, serta pemanfaatan teknologi 3D printing agar para guru dapat menyampaikan dan meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran Fisika. **Kesimpulan:** Guru fisika pada tingkat SMA, MA dan SMK khususnya di Kabupaten Gresik merasa cukup terbantu dengan kegiatan ini karena telah memberikan update ilmu dan informasi terkait pemahaman dan penguasaan prinsip dasar dan aplikasi penggunaan laser dengan tingkat kepuasan kategori sangat puas sekitar 47,73%, kategori puas sekitar 45,27%, dan sisanya sekitar 7% memilih kurang puas.

ARTICLE INFO

Received 19 June 2022
Revised 08 October 2022
Accepted 20 November 2022
Online 01 December 2022

*Correspondence (Korespondensi):
Retna Apsari
E-mail:
retna-a@fst.unair.ac.id

Keywords:
Laser Diffraction, Photonics, Laser Utilization, 3d Printing

Kata Kunci:
Difraksi Laser, Fotonika, Pemanfaatan Laser, 3d Printing

PENDAHULUAN

Salah satu piranti optis yang dapat digunakan sebagai sumber cahaya dan dewasa ini digunakan secara luas di berbagai bidang adalah laser. Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) adalah penguatan cahaya dengan pancaran karena rangsangan (Niemz, 2007). Penggunaan laser sebagai sumber cahaya memiliki keunggulan karena berkas cahaya yang dihasilkan bersifat monokromatis, koheren, sangat sejajar dan berintensitas tinggi. Oleh karena itu, penggunaan laser di era milenium ini sangat luas diantaranya penggunaan laser untuk komunikasi, instrumentasi, dalam bidang kedokteran, fotografi, elektronika, astronomi, biologi, teknologi plasma, lingkungan, kimia, dan industri.

Salah satu penggunaan laser yang begitu merajalela saat ini adalah teknologi laser dan fotonika untuk sterilisasi bakteri dan virus termasuk diantaranya untuk penanggulangan pandemic COVID 19 (Zain et al., 2021), juga VCD player dan komunikasi serat optik yang dapat dinikmati oleh segala lapisan masyarakat. Aplikasi laser yang begitu luas, tentunya tidak terlepas dari prinsip-prinsip fenomena optis yang melandasinya seperti interferensi, koherensi, dispersi, refleksi, refraksi, polarisasi dan difraksi serta dukungan prinsip-prinsip elektronika, instrumentasi dan serat optis.

Dari sekian banyak contoh sumbangan ilmu Fisika Optik (sekarang dikenal dengan istilah Fotonika) dalam bidang teknologi masa kini, pelaku riset dan pengembangannya hampir semuanya berasal dari Perguruan Tinggi, sementara itu aplikasi-aplikasi Fisika Optik dalam bidang teknologi tersebut sangat kurang dipahami di tingkat SMA, MA dan SMK. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan Fisika Optik dan teknologi pendukungnya termasuk teknologi 4.0 yang dimiliki oleh guru-guru di SMA, MA, dan SMK. Oleh sebab itu kesenjangan antara Fisika Optik di Perguruan Tinggi dengan Fisika Optik di SMA, MA dan SMK sangat jauh. Selain itu ilmu Fisika Optik di SMA, MA dan SMK dianggap

hanya merupakan ilmu yang bersifat abstrak, kurang menarik, dan kurang prospektif.

Alasan utama karena peralatan-peralatan Laboratorium Optik merupakan peralatan yang mahal, membutuhkan perawatan dan keahlian khusus dalam mengoperasikannya. Padahal dengan laser pointer yang harganya murah dapat dirancang eksperimen-eksperimen di laboratorium fisika tingkat SMA, MA dan SMK. Dengan adanya pelatihan yang kontinuan dan berkesinambungan diharapkan fungsi laboratorium fisika tingkat SMK, MA dan SMA lebih maksimal sehingga kesenjangan yang terjadi dapat diperkecil. Dalam pelaksanaannya nanti juga diharapkan akan menjadi sebuah sinergi antara pendidik di tingkat Universitas dan para guru SMA, MA, dan SMK dalam memajukan eksperimental bidang optik dengan pemanfaatan teknologi 4.0 yang dapat menghasilkan bahan, missal dari hasil 3d printing.

Hal tersebut juga diperkuat dengan hasil Pengmas dengan judul "Workshop Peralatan Laboratorium Optik dalam Meningkatkan Kualitas Proses Pembelajaran Fisika SMU" yang dilaksanakan pada tahun 2018, dan Workshop Peralatan Laboratorium Fisika Optik dan Aplikasi Laser Dalam meningkatkan Proses Pembelajaran Fisika SMU yang diadakan pada tahun 2019, ternyata guru-guru SMU sangat membutuhkan workshop seperti ini yang dianggap sebagai penyegaran dan penambahan wawasan keilmuan.

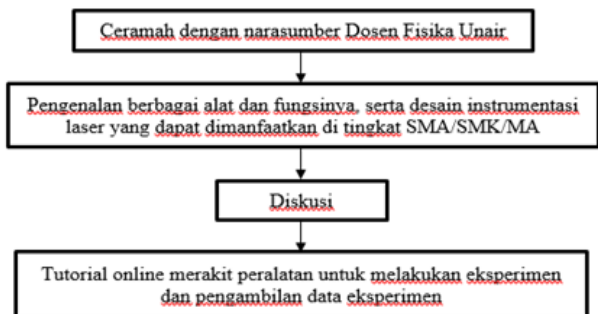
Berdasarkan hasil road show yang dilaksanakan ke berbagai daerah mulai tahun 2001-2019 tersebut, guru fisika SMK dan SMA sangat memerlukan update ilmu pengetahuan termasuk di dalamnya elektronika dan teknologi 4.0. Guru-guru SMK dan SMA berharap kegiatan seperti ini diadakan secara kontinuan dan berkesinambungan, karena bagaimanapun juga ketika mereka disibukkan dengan kegiatan mengajar di sekolah hanya satu kewajiban yang harus dilakukan, yaitu bagaimana caranya agar nilai dan danem fisika itu tinggi dengan jumlah jam mengajar yang begitu padat, sehingga tidak sempat bagi

mereka untuk menambah wawasan keilmuan. Padahal bagaimanapun juga, siswa-siswa sekarang mulai bertambah kritis.

Mengingat Fisika Optik dan laser aplikasinya begitu luas di berbagai bidang, seperti bidang hiburan, biologi, kedokteran, kimia, industri, lingkungan, dsb maka diharapkan pelatihan ini dapat digunakan sebagai salah satu pemicu yang dapat digunakan untuk memberikan contoh-contoh dalam proses pembelajaran dan fungsi laboratorium fisika sehingga diharapkan proses pembelajaran dan praktikum fisika di tingkat SMK dan SMA semakin menarik dan menantang, dan tidak terkesan monoton.

METODE

Metode pelaksana kegiatan Workshop Pemanfaatan Laser dan Teknologi 4.0 Untuk Mendayagunakan Fungsi Laboratorium Fisika Bagi Guru SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik sebagai berikut.

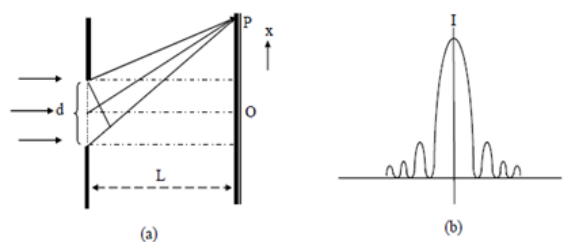


Gambar 1 Metode Pelaksanaan Pengmas Tim Departemen Fisika Universitas Airlangga

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini diberikan oleh beberapa dosen Fisika dengan penyampaian materi dengan metode ceramah mengenai topik pengembangan laser, difraksi laser dan 3D printing. Dalam penggunaan laser yang luas di berbagai bidang pemilihannya harus disesuaikan dengan daya keluaran laser (Retna Apsari, Yosep Ghita, 2008). Teknologi serat optik tidak hanya berperan utama dalam perkembangan komunikasi serat optik, tetapi juga mulai digunakan dalam bidang kedokteran, kedirgantaraan, peralatan sensor dan industri otomotif (Niemz, 2007).

Berkas cahaya laser yang sangat sejajar bila dilewatkan suatu bukaan yang sangat kecil (misal lubang lingkaran yang kecil atau celah sempit) atau dilewatkan suatu objek kawat berdiameter kecil secara tegak lurus akan mengalami peristiwa difraksi. Peristiwa difraksi dapat diklasifikasikan menurut jauh dekatnya medan pandangan terhadap sumber cahaya atau menurut jenis sumber cahaya yang mengalami difraksi. Berdasarkan jauh dekatnya medan pandangan terhadap sumber cahaya, difraksi dibedakan atas Difraksi Fresnel dan Difraksi Franhoufer (Retna Apsari, Noriah Bidin, 2008).

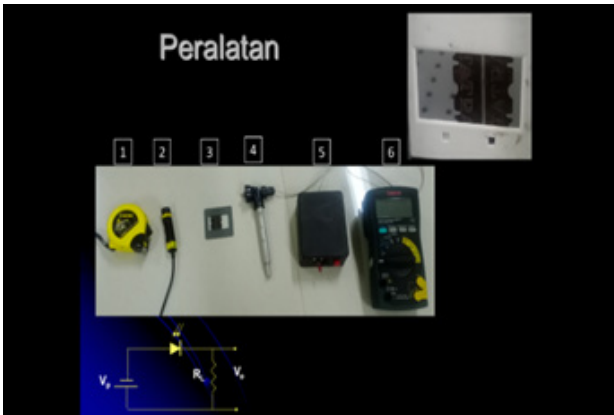
Pada implementasi eksperimen atau praktikum laser memperagakan sebuah percobaan difraksi laser. Berkas cahaya laser yang sangat sejajar bila dilewatkan suatu bukaan yang sangat kecil (misal lubang lingkaran kecil atau celah sempit) secara tegak lurus akan mengalami peristiwa difraksi. Peristiwa difraksi dapat diklasifikasikan menurut jauh dekatnya medan pandangan terhadap sumber cahaya atau menurut jenis sumber cahaya yang mengalami difraksi. Peristiwa difraksi cahaya oleh celah tunggal yang lebarnya secara geometris digambarkan pada Gambar (2A). Bentuk distribusi intensitas difraksi pada layar sejauh l , dan celah ditunjukkan pada gambar (2B)



Gambar 2. (A) Peristiwa difraksi cahaya oleh celah tunggal; (B) Bentuk distribusi intensitas difraksi

Alat dan bahan yang digunakan pada peragaan praktikum difraksi laser menggunakan alat dan bahan yang bisa dibuat sendiri. Setiap alat praktikum tidak selalu menggunakan alat yang mahal. Asalkan dapat menunjukkan fenomena fisis sesuai dengan teori dan dapat diukur dengan alat ukur maka

alat praktikum tersebut dapat digunakan. Alat dan bahan yang digunakan seperti pada Gambar 3.

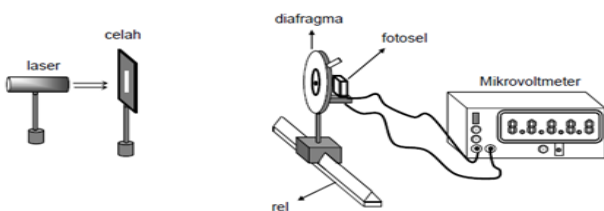


Gambar 3. Alat dan bahan yang digunakan Difraksi Laser

Alat dan bahan pada Gambar 3 adalah sebagai berikut:

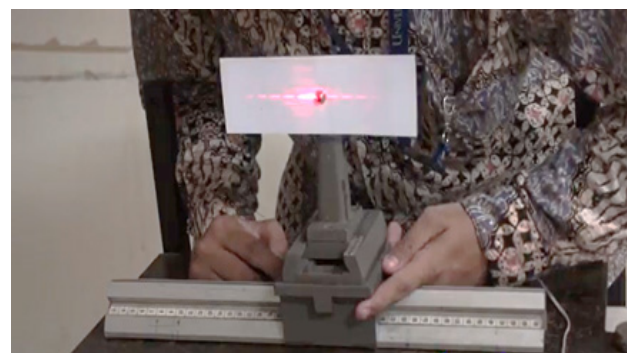
1. Meteran untuk mengukur jarak
2. Laser atau bisa diganti laser mainan sebagai sumber laser
3. Celah sempit yang terbuat dari pisau cukur sebagai pemecah berkas laser
4. Diafragma probe penerima fiber yang kerangkanya terbuat dari kran air minum
5. Photodetector atau fotosel sebagai pengubah intensitas cahaya menjadi tegangan
6. Multimeter atau Mikrovoltmeter sebagai alat ukur tegangan photodetector atau fotosel

Kemudian alat dan bahan tersebut disusun seperti set-up yang dijelaskan pada modul seperti pada Gambar 4.

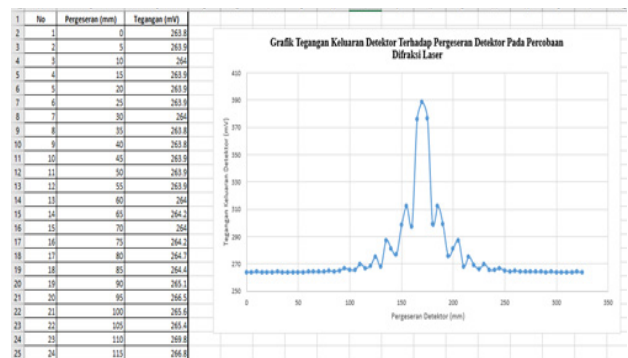


Gambar 4. Set-up atau desain praktikum Difraksi Laser

Hasil yang didapatkan setelah melakukan eksperimen menggunakan celah dari pisau cukur dapat membuktikan besaran fisis difraksi laser sesuai dengan teori. Difraksi laser merupakan peristiwa munculnya pola gelap dan terang. Pola terang ditandai dengan adanya garis laser, sementara pola gelap ditandai tidak adanya garis laser. Nilai distribusi intensitas setelah diplotkan dalam MS. Excel menunjukkan kesesuaian dengan teori seperti pada Gambar 5.



(A)



(B)

Gambar 5. (A) Pola gelap dan terang Difraksi Laser (B) Nilai distribusi dan plot grafik pola gelap terang Difraksi Laser

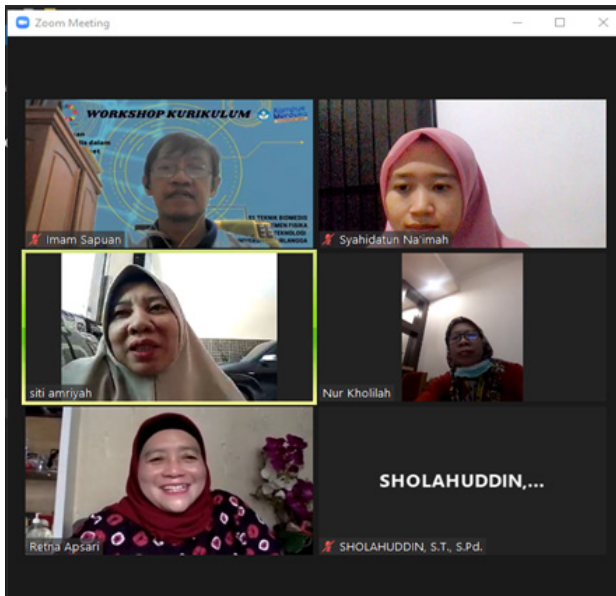
Setelah melakukan ceramah dari para dosen mengenai materi pokok tersebut, dilakukan interaksi berupa diskusi antara peserta pengmas dengan para dosen penyampai materi. Dan terakhir bimbingan untuk guru selama 32 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dicapai berdasarkan rapat koordinasi via Zoom adalah :

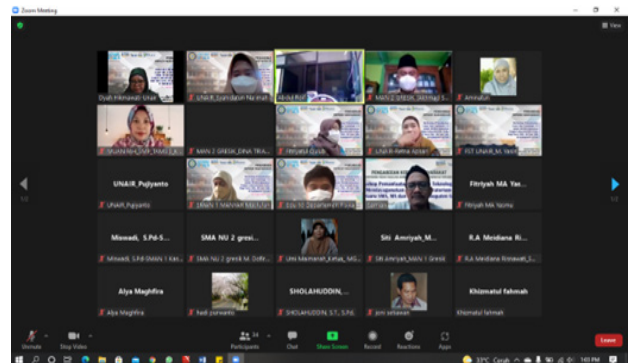
1. Tim Pengmas Universitas Airlangga akan mengadakan survei lokasi pada hari Senin, 30 Agustus 2021 dan hari Senin, 20 September 2021.
2. Tujuan survei untuk mengetahui dari dekat kondisi laboratorium di sekolah masing-masing, agar tim pengmas Universitas Airlangga dapat bekerja lebih maksimal pada hari Sabtu, 25 September 2021.

Berikut adalah foto-foto kegiatan pada saat berkoordinasi dengan SMAN 1 Manyar, MAN 1 Gresik:

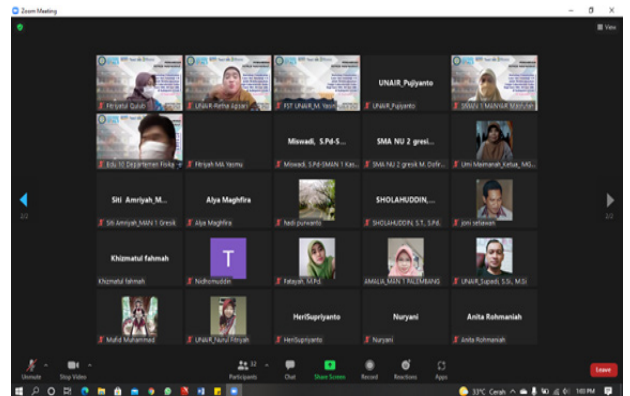


Gambar 6. Rapat koordinasi via Zoom

Workshop Pemanfaatan Laser dan Teknologi 4.0 Untuk Mendayagunakan Fungsi Laboratorium Fisika Bagi Guru SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik dilaksanakan pada hari Sabtu, 25 September 2021 dilakukan secara virtual karena kondisi Pandemi Covid-19 demi menjaga kesehatan bersama.



(A)



(B)

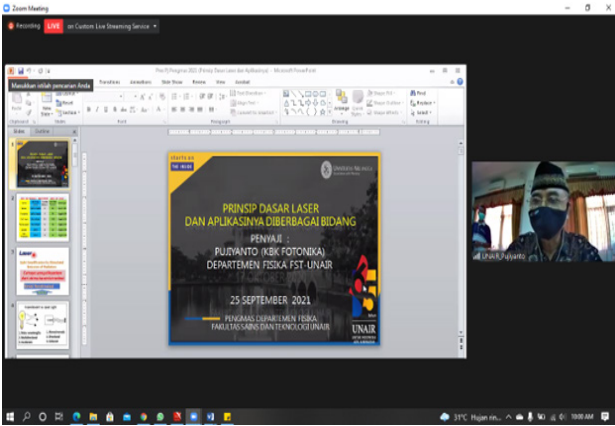
Gambar 7 (a) (b) Peserta Guru SMA, MA, dan SMK di Kabupaten Gresik



Gambar 8 Pemateri Covid-19



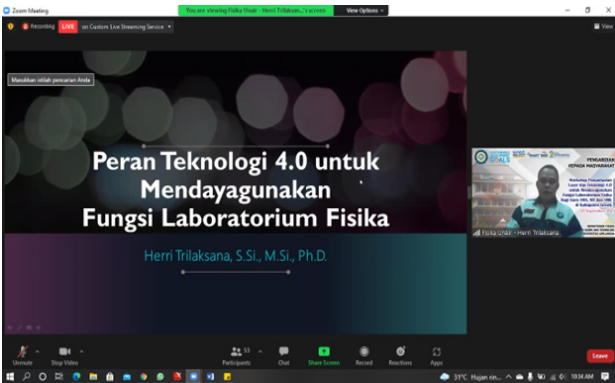
Gambar 9 Ketua Pengabdian Masyarakat 2021



Gambar 10 Penyampaian Topik Prinsip Dasar Laser oleh Drs. Pujiyanto, M.Si



Gambar 13 Penyampaian Topik 3D Printing oleh Dyah Hikmawati, S.Si., M.Si



Gambar 11 Penyampaian Topik Peran Teknologi 4.0 Oleh Herri Trilaksana, M.Si., Ph.D



Gambar 12 Penyampaian Topik Difraksi Laser oleh Samian, S.Si., M.Si

Penyampaian materi bertujuan untuk memberikan ilmu dan wawasan terkait dengan dasar ilmu laser, aplikasi instrumen eksperimen, dan perkembangan teknologi saat ini. Tim Pengmas Departemen Fisika Universitas Airlangga memberikan inovasi bagaimana memanfaatkan alat dan bahan untuk menunjang praktikum dan mendayagunakan laboratorium. Dengan alat yang sederhana dapat menjadi sebuah alat praktikum untuk membantu implementasi dari ilmu-ilmu fisika seperti diperagakan percobaan difraksi. Berikut hasil dari kegiatan pengabdian masyarakat ini berupa umpan balik dari para Guru.

Tabel 1 Indeks Kepuasan Pengmas Departemen Fisika 2021

INDEKS KEPUASAN PENGMAS DEPARTEMEN FISIKA 2021							
No Item	Jumlah Pemilih Score					Jmlh Pemilih	Ket
	1	2	3	4	5		
1	0	0	0	13	22	35	Sangat Puas
2	0	0	0	19	16	35	Puas
3	0	0	0	16	19	35	Sangat Puas
4	0	2	0	14	19	35	Sangat Puas
5	0	2	0	19	14	35	Puas
6	0	1	0	16	18	35	Sangat Puas
7	0	0	0	16	19	35	Sangat Puas
8	0	0	0	15	20	35	Sangat Puas
9	0	2	0	16	17	35	Puas
10	0	1	0	16	18	35	Sangat Puas
11	0	0	0	12	23	35	Sangat Puas
12	0	2	0	17	16	35	Puas
13	0	2	0	17	16	35	Puas

Pada evaluasi kegiatan ini, diberikan

13 item penilaian dengan 5 poin, poin 1 untuk indikator sangat buruk, poin 2 untuk indikator buruk, poin 3 untuk indikator cukup, poin 4 untuk indikator puas, serta poin 5 untuk indikator sangat puas. Item 1 terkait kemutakhiran materi yang disajikan, sebanyak 62,9% dari 35 peserta memilih poin 5 dan 37,1% dari 35 peserta memilih poin 4. Item 2 terkait kemanfaatan materi yang diberikan, sebanyak 45,7% memilih poin 5 dan 54,3% memilih poin 4. Item 3 terkait kualitas penyampaian materi, sebanyak 54,3% memilih poin 5 dan 45,7% dari 35 peserta memilih poin 4. Item 4 terkait pemilihan waktu (hari, tanggal, dan jam) kegiatan yang tepat, sebanyak 54,3% memilih poin 5, 40% memilih poin 4, dan 5,7% dari 35 peserta memilih poin 2.

Item 5 terkait publikasi atau undangan yang memadai, sebanyak 40% memilih poin 5, 54,3% memilih poin 4, dan 5,7% dari 35 peserta memilih poin 2. Item 6 terkait pengaturan waktu dan acara selama kegiatan, sebanyak 51,4% memilih poin 5, 45,7% memilih poin 4, dan 2,9% dari 35 peserta memilih poin 2. Item 7 terkait kemudahan memperoleh informasi dari panitia, sebanyak 54,3% memilih poin 5 dan 45,7% dari 35 peserta memilih poin 4. Item 8 terkait kualitas layanan panitia selama kegiatan pengmas, sebanyak 57,1% memilih poin 5 dan 42,9 dari 35 peserta memilih poin 4. Item 9 terkait kesediaan fasilitas pendukung selama kegiatan berlangsung, 48,6% memilih poin 5, 45,7% memilih poin 4, dan 5,7% dari 35 peserta memilih poin 2. Item 10 terkait ketersediaan fasilitas media pembelajaran (LCD, computer, video peragaan, fasilitas zoom, dll), sebanyak 51,4% memilih poin 5, 45,7% memilih poin 4, dan 2,9% dari 35 peserta memilih poin 2. Item 11 terkait ketersediaan media komunikasi secara online (WhatsApp grup dan Google Drive), sebanyak 65,7% memilih poin 5 dan 34,3% memilih poin 4.

Item 12 terkait sekolah di lokasi yang mendukung kegiatan ini, 45,7% memilih poin 5, 48,6% memilih poin 4, dan sebanyak 5,7% dari 35 peserta memilih poin 2. Item 13 terkait guru di lokasi yang mendukung kegiatan ini,

sebanyak 45,7% memilih poin 5, 48,6% memilih poin 4, dan 5,7% dari 35 peserta memilih poin 2.

Sehingga dapat disimpulkan, pada evaluasi kegiatan berupa pemberian kuesioner dan analisis hasil kuesioner. Hasil yang didapatkan ditunjukkan pada Tabel 1, para peserta “Workshop Pemanfaatan Laser dan Teknologi 4.0 Untuk Mendayagunakan Fungsi Laboratorium Fisika Bagi Guru SMK dan SMA di Kabupaten Gresik” sangat puas dengan materi yang diberikan Tim Pengmas Departemen Fisika Universitas Airlangga. Kegiatan “Workshop Pemanfaatan Laser dan Teknologi 4.0 Untuk Mendayagunakan Fungsi Laboratorium Fisika Bagi Guru SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik” yang diadakan oleh Tim Pengmas Departemen Fisika Universitas Airlangga diunggah di Youtube akun resmi Universitas Airlangga, Unair News dan Warta Digital. Publikasi media massa menjadi luaran wajib dan menjadi bukti kerjasama Tim Pengmas Departemen Fisika Universitas Airlangga dengan mitra Guru Fisika SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik.



Pengmas Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga 2021





Gambar 14 Publikasi Media Massa di Youtube Akun Resmi Universitas Airlangga dan Media Massa Warta Digital

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pengabdian masyarakat “Workshop Pemanfaatan Laser dan Teknologi 4.0 Untuk Mendayagunakan Fungsi Laboratorium Fisika Bagi Guru SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik” adalah para guru fisika SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik telah mendapatkan update informasi untuk pemaksimalan protokol COVID-19 untuk pembelajaranteoridanpraktikumdilingkungan sekolahnya masing-masing. Serta para guru fisika SMA, MA dan SMK di Kabupaten Gresik sudah memahami dan menguasai prinsip dasar dan aplikasi penggunaan laser sebagai media pembelajaran fisika di Kabupaten Gresik. Beberapa evaluasi saran yang membangun supaya acara pengabdian masyarakat lebih baik lagi, yaitu para guru fisika menghendaki ulangan pertemuan secara luring, ketika COVID-19 sudah berlalu dan diharapkan adanya hubungan yang berkelanjutan antara SMA/SMK/MGMP dan Perguruan tinggi, dan tidak hanya dalam bidang fisika tapi untuk semua bidang yaitu: kimia, matematika dan biologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini dapat diselesaikan berkat kerja keras dan juga dukungan berbagai pihak yang telah membantu sehingga laporan akhir dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih

kepada seluruh pihak yang sudah membantu terselesainya pengmas ini, diantaranya Dekan Fakultas Sains dan Teknologi (FST), Kadep dan Sekdep Fisika FST, seluruh dosen KBK Fotonika FST UNAIR, Kepala Sekolah SMAN 1 Manyar, MAN 1 Gresik dan seluruh jajaran guru, serta siswa, seluruh laboran, teknisi, dan tendik Departemen Fisika, serta semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu. "Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak yang terkait dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini".

DAFTAR PUSTAKA

- Niemz, M. H. (2007). Laser-Tissue Interactions.
- Retna Apsari, Noriah Bidin, S. (2008). Performance of Holography Interferometer Based on Optical Reconstruction as Alternative Dental Imaging for Artificial Tooth Morphology.
- Retna Apsari, Yosep Ghita, M. (2008). Pemanfaatan Difraksi Fraunhofer dan Kamera CCD Garis Terkomputerisasi untuk Pendekteksian Perubahan Warna Pada Material Gigi Abstrak : 1, 2008.
- Zain, H. A., Batumalay, M., Rahim, H. R. A., Harith, Z., Yasin, M., & Harun, S. W. (2021). Surface plasmon resonance optical sensor for COVID-19 detection. 12(5). <https://doi.org/10.17586/2220-8054-2021-12-5-575-582>
- “Pengmas Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga 2021.” Youtube, diunggah oleh Nurur Rochman Muchammad, 30 September 2021, <https://youtu.be/8HgwQ6s8Cro>.
- Cantika, A.D. Fisika UNAIR Ajak Guru dan MGMP se-Kabupaten Gresik Dayagunakan Laboratorium dengan Manfaatkan Laser dan Teknologi

4.0. UNAIR NEWS. Diakses pada 30 September 2021 dari <http://news.unair.ac.id/2021/09/29/fisika-unair-ajak-guru-dan-mgmp-se-kabupaten-gresik-dayagunakan-laboratorium-dengan-manfaatkan-laser-dan-teknologi-4-0/>

“Libatkan Guru dan Siswa SMA, MA, SMK, Fisika Unair Gelar Pengmas di Gresik.” Wartadigital.id, 30 September 2021 dari <https://wartadigital.id/libatkan-guru-dan-siswa-sma-ma-dan-smk-fisika-unair-gelar-pengmas-di-gresik/>