ISSN (print) : 2722-2934
ISSN (online): 2722-3043
BUBUNGAN TINGGI
Jurnal Pengabdian Masyarakat

Pembelajaran Dasar Teknologi Penerbangan Melalui Praktikum Fisika Sekolah Menengah Atas

Mufti Arifin[1*], Freddy Fransciscus[1], Budi Aji Warsiyanto[1], Amat Chaeroni[2], Syarifah Fairuza[1], Ayu Martina[1], Muhammad Hadi Widanto[1], dan Rafika Arum Sari[1]
[1]Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia
[2]Teknik Aeronautika, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia
* muftiarifin@gmail.com

Abstrak: Mata pelajaran fisika di Sekolah Menengah Atas (SMA) membutuhkan praktikum untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep teori fisika dan aplikasinya, akan tetapi terdapat beberapa hambatan diantaranya butuh contoh konkret, keterbatasan laboratorium, keterbatasan alat dan bahan praktikum, alokasi waktu yang terbatas, dan pelaksanaan praktikum yang jarang. Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) oleh Fakultas Teknologi Kedirgantaraan Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma dilaksanakan dari tanggal 29 November 2022 sampai dengan 19 Januari 2023 dalam bentuk praktikum fisika ke Madrasah Aliyah (MA) Sahid Bogor, SMA Bintara Depok, SMAK Ign. Slamet Riyadi Jakarta, dan SMAN 109 Jakarta. PkM ini bertujuan untuk mengenalkan teknologi penerbangan dan menawarkan solusi beberapa hambatan tersebut. Kegiatan dilaksanakan dalam 8 (delapan) sesi praktikum dengan tiap sesi terdiri dari 10 (sepuluh) modul dan tiap kelompok siswa bergiliran melaksanakan praktikum yang dipandu oleh dosen dan mahasiswa. Hasil PkM ini menunjukkan bahwa tim pelaksana melalui kegiatan PkM berhasil memberi pengalaman praktikum kepada 259 peserta sebanyak 5-8 modul dalam waktu 90-120 menit dan mendorong ketertarikan 63% peserta pada praktikum fisika. Modul dengan alat praktikum sederhana dan cara penyampaian yang menarik terbukti mudah dipahami oleh siswa meskipun masih perlu pengembangan dengan penambahan waktu dan jenis modul serta pengaturan pergantian antar kelompok yang lebih baik.
Kata kunci: fisika; pengabdian masyarakat; praktikum; teknologi penerbangan

Abstract: *Physics subject in senior high school requires practicum to increase students' understanding of the theoretical concepts of physics and their applications, but there are several obstacles including the need for concrete examples, limited laboratories, lack of practicum tools and materials, limited time allocation, and a rare practicum implementation. Community service by the Faculty of Aerospace Technology Marshal Suryadarma University was carried out from 29 November 2022 to 19 January 2023 in the form of physics practicum at Madrasah Aliyah (MA) Sahid Bogor, SMA Bintara Depok, SMAK Ign. Slamet Riyadi Jakarta, and SMAN 109 Jakarta aim to introduce aviation technology and offer solutions to some of these obstacles. The activity was carried out in 8 practicum sessions with each session consisting of 10 modules and each group of students took turns carrying out practicums guided by lecturers and students. The results of this PkM show that the implementing team, through PkM activities, succeeded in providing practical experience to 259 participants with 5-8 modules in 90-120 minutes and encouraging 63% of participants' interest in physics practicum. Modules with simple practicum tools and*

Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat
is licensed under a Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0
https://ppjp.ulm.ac.id/journals/index.php/btj/index

interesting delivery methods are proven to be easy for students to understand, although they still need development by addition of time and types of modules as well as better arrangements for switching between groups.
***Keywords**: physics;community service; practicum; aeronautics technology*

© 2024 Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat

Received: 17 Juli 2023 ***Accepted***: 24 Desember 2023 ***Published**:* 3 Januari 2024
DOI: https://doi.org/10.20527/btjpm.v6i1.9534

How to cite: Arifin, M., Fransciscus, F., Warsiyanto, B. A., Chaeroni, A., Fairuza, S., Martina, A., Widanto, M. H., & Sari, R. A. (2024). Pembelajaran dasar teknologi penerbangan melalui praktikum fisika sekolah menengah atas. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat,* 6(1), 18-27.

PENDAHULUAN

Pendidikan sangat erat kaitannya dengan proses pembelajaran secara teori dan praktik. Pembelajaran secara teori sebaiknya menyangkut suatu praktik untuk membimbing seseorang memperoleh pengetahuan dan keterampilan. Tidak hanya itu, porsi praktik seharusnya proporsional dengan teori yang dipelajari. Ini bertujuan agar seseorang tidak hanya memahami teori, tetapi juga menerapkan teori tersebut. Teori adalah sebuah kesempatan untuk belajar sebelum melaksanakan praktik, sedangkan praktik adalah pembuktian, berhasil atau tidaknya suatu teori yang dipelajari. Pembelajaran sains dalam kegiatan laboratorium verifikasi atau deduktif untuk membuktikan konsep, prinsip, dan hukum yang telah diajarkan sebelumnya (Chiappetta & Koballa, 2014). Pembelajaran sains di laboratorium memungkinkan peserta didik menghubungkan konsep sains dengan peralatan di laboratorium dan interaksi sosial siswa dalam kelompok kecil yang kooperatif akan mengembangkan kemampuan akademik, keterampilan ilmiah, dan mendorong munculnya sikap ilmiah (Nasar & Kaleka, 2019).

Pada Sekolah Menengah Atas (SMA) terdapat mata pelajaran fisika yang membutuhkan praktik di laboratorium. Laboratorium fisika di sekolah merupakan suatu tempat terbuka atau tertutup yang berisi alat percobaan fisika dengan fungsi untuk memberikan kepastian, memverifikasi suatu teori, kaidah, prinsip, konsep atau hukum fisika serta menguatkan informasi. Laboratorium fisika juga merupakan sumber belajar fisika dan sebagai fasilitas penunjang proses pembelajaran fisika di sekolah (Sarjono, 2018). Metode pembelajaran fisika melalui kegiatan praktikum yang dilaksanakan di laboratorium terbukti efektif sebagai salah satu metode pembelajaran (Setyaningrum et al., 2013).

Pemahaman pelajaran fisika dihadapkan pada hambatan bahwa materi fisika memiliki konsep yang abstrak dan tidak mudah dihubungkan dengan kejadian sehari-hari serta kurangnya motivasi siswa. Kedua hambatan ini memerlukan kreativitas pendidik untuk menciptakan dan mengembangkan media pembelajaran yang menarik, berupa contoh kongkret, dan dapat menjadi penjelasan fisis dari teori (Haisy et al., 2015). Alat peraga sebagai media pembelajaran fisika telah dikembangkan oleh (Maryam & Fahrudin, 2020) untuk materi gravitasi bumi, (Putri & Saehana, 2021) untuk materi Gelombang, dan (Haisy et al., 2015) untuk materi resonansi dan efek Doppler. Laboratorium fisika yang memiliki alat peraga yang lengkap dapat memudahkan proses pembelajaran fisika di sekolah.

Praktikum fisika di beberapa SMA memiliki berbagai kendala seperti tidak tersedianya fasilitas laboratorium fisika, kurangnya alat dan bahan praktikum, masih dalam kondisi pandemi Covid-19, dan alokasi waktu yang terbatas (Anita et al., 2022). Pemahaman peserta didik terhadap materi pembelajaran di kelas juga perlu ditingkatkan (Kurniawan et

al., 2019). Beberapa SMA hanya memiliki satu ruang laboratorium yang digunakan oleh mata pelajaran fisika, kimia dan biologi. Solusi yang dapat dilakukan adalah menggunakan ruang kelas tetapi perlu manajemen praktikum yang lebih baik untuk mengantisipasi kehilangan peralatan praktikum (Suherly, et al., 2022). Sekolah yang di dalamnya terdapat laboratorium juga perlu memiliki manajemen pengelolaan laboratorium yang baik karena berkontribusi pada motivasi dan efektivitas proses pembelajaran (Novianti, 2011). Kondisi pandemi dengan pembelajaran daring membuat sekolah tidak melaksanakan praktikum. Meskipun praktikum virtual dapat memiliki hasil yang lebih baik daripada tanpa praktikum sama sekali (Putri et al., 2016), tetapi sebagian guru belum terpikirkan cara pelaksanaan praktikum daring (Noor, et al., 2020).

Pada pelajaran fisika SMA terdapat materi dinamika fluida, yaitu ilmu yang mempelajari fluida baik berupa zat cair atau gas yang bergerak. Bagian dari dinamika fluida yang secara khusus mempelajari gerakan fluida berupa gas disebut Aerodinamika. Ilmu Aerodinamika merupakan dasar utama ilmu Teknik Penerbangan. Berdasarkan pengamatan, sebagian besar mahasiswa baru Teknik Penerbangan tidak memahami dinamika fluida, misalnya Prinsip Bernoulli, meskipun telah diajarkan pada saat SMA. Selain dinamika fluida, dalam pelajaran fisika SMA juga terdapat beberapa materi seperti gaya gravitasi, keseimbangan benda tegar, dinamika rotasi, bunyi dan resonansi, kekekalan momentum linier, getaran, serta elastisitas bahan yang juga menjadi dasar ilmu Teknik Penerbangan untuk memahami teknologi struktur ringan, teknologi material komposit, mekanika terbang, aeroelastisitas, desain pesawat terbang dan lain-lain.

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh Fakultas Teknologi Kedirgantaraan Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (FTK UNSURYA) adalah berupa praktikum beberapa materi fisika SMA yang terkait dengan teknologi Penerbangan. Selain untuk mengenalkan teknologi Penerbangan, kegiatan ini juga bertujuan untuk memberikan solusi dari sebagian kendala-kendala pelaksanaan praktikum fisika di SMA.

METODE

Kegiatan dilakukan pada empat mitra SMA, yaitu MA Sahid Kab. Bogor, SMA Bintara Kota Depok, SMAK Ign. Slamet Riyadi Jakarta Timur, dan SMAN 109 Jakarta Selatan. Sasaran utama adalah siswa kelas XI, mengingat materi fluida dinamis, keseimbangan benda tegar, dinamika rotasi, kekekalan momentum, getaran, dan resonansi diajarkan pada kelas XI baik untuk kurikulum merdeka (Radjawane et al., 2022) maupun kurikulum 2013 (Pujianto et al., 2014).

Praktikum dilakukan dalam bentuk *moving student*, yaitu siswa berpindah dari satu meja praktikum ke meja praktikum yang lain. Siswa dibagi menjadi beberapa kelompok kecil yang akan melaksanakan praktikum singkat di setiap meja praktikum. Pada setiap meja terdapat satu materi dengan alat dan bahan praktikum serta satu orang pemandu praktikum dari dosen muda atau mahasiswa. Jumlah kelas dan waktu pelaksanaan kegiatan praktikum fisika secara rinci ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Waktu pelaksanaan praktikum fisika

No	SMA	Kelas	Sesi	Tanggal
1.	MA Sahid	XI	1	29 November 2022
2.	SMA Bintara	X, XI IPA	2	1 Desember 2022
		XII IPA	2	2 Desember 2022
3.	SMAK Ign. Slamet Riyadi	XI IPA	1	6 Desember 2022
		XI IPA	1	9 Desember 2022

No	SMA	Kelas	Sesi	Tanggal
4.	SMAN 109	XI KM	1	19 Januari 2023
Jumlah			8	

Pada setiap meja, praktikum diawali dengan penjelasan singkat tentang materi fisika dan contoh penerapannya di dunia penerbangan. Penjelasan menggunakan poster berukuran A3 yang ditempelkan pada kedua sisi papan mdf (*medium density fibreboard*) dengan tebal 6 mm agar praktis untuk ditunjukkan, dipindahkan, dan awet disimpan. Satu sisi berisi poster teori fisika terkait praktikum yang akan dilakukan dan satu sisi lainnya berisi poster penerapan materi fisika tersebut pada teknologi penerbangan. Materi fisika dan contoh penerapannya di dunia penerbangan yang ditempelkan pada poster ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Contoh penerapan materi fisika pada dunia penerbangan

No	Modul	Materi Fisika	Contoh penerapan
1.	*Wind tunnel*	Dinamika Fluida	Gaya angkat pada sayap pesawat dan berbagai jenis *wind tunnel*
2.	Venturi	Hukum Bernoulli	*Pitot tube* pada pesawat untuk mengukur kecepatan terbang dan multimanometer untuk mengetahui distribusi tekanan pada sayap
3.	Efek Coanda	Dinamika Fluida	Pengaruh pola aliran udara yang dipengaruhi sudut serang sayap
4.	Pesawat kertas	Keseimbangan benda tegar, dinamika rotasi, gaya, momen.	Bidang kendali pesawat terbang untuk gerak rotasi dan letak titik pusat gravitasi
5.	Getaran	Getaran Harmonis	Fenomena getaran pada ekor dan sayap pesawat
6.	Resonansi	Bunyi dan gelombang	Resonansi getaran pada *engine* dan sayap pesawat
7.	Struktur berlipat	Keseimbangan benda tegar, kesetimbangan gaya.	Struktur berlipat pada pesawat
8.	*Honeycomb*	Elastisitas bahan	Struktur *honeycomb* pada lantai kabin pesawat
9.	Benda berlubang	Keseimbangan benda tegar, elastisitas bahan	Struktur sayap yang memiliki lubang untuk aliran bahan bakar
10.	Impak	Elastisitas bahan, Gerak lurus berubah beraturan, Energi kinetik, energi potensial.	Efek *bird strike* pada struktur hidung pesawat

Setelah penjelasan teori fisika dan penerapannya di dunia penerbangan, pemandu menjelaskan cara kerja alat dan pengamatan yang perlu dilakukan. Siswa melaksanakan praktikum dalam bentuk pengamatan, pengukuran, dan percobaan. Data hasil pengamatan dituliskan dalam 1 (satu) lembar kerja dan beberapa pertanyaan singkat juga dijawab pada lembar kerja yang sama. Dengan metode ini, diharapkan satu materi dapat selesai dalam waktu 10-15 menit. Materi fisika, alat yang digunakan, dan kegiatan yang dilakukan untuk tiap modul ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Materi praktikum

No	Modul	Materi Fisika	Alat	Kegiatan
1.	Wind tunnel	Dinamika Fluida	Mini wind tunnel, anemometer, miniatur mobil, model airfoil	Mempelajari variasi kecepatan udara, gaya hambat, gaya angkat
2.	Venturi	Hukum Bernoulli	Pipa venturi yang dihubungkan dengan manometer U dan anemometer	Membuktikan hukum Bernoulli pada fluida udara dengan menentukan tekanan udara berdasarkan kecepatan udara terukur
3.	Efek Coanda	Dinamika Fluida	Mini smoke tunnel, hair dryer, lilin, benda berbentuk balok dan silinder	Mengamati pola aliran udara di sekitar benda (efek coanda).
4.	Pesawat kertas	Keseimbangan benda tegar, dinamika rotasi, gaya, momen.	Pesawat model dari kertas yang dilengkapi bidang kendali (*rudder, elevator, aileron*)	Mempelajari gaya yang terjadi pada pesawat kertas dan memahami momen gaya yang menghasilkan gerak rotasi pada pesawat.
5.	Getaran	Getaran Harmonis	Model sayap dengan variasi panjang di atas batang beroda	Memahami frekuensi dan amplitudo getaran, mempelajari efek dimensi sayap terhadap frekuensi dan amplitudo
6.	Resonansi	Bunyi dan gelombang	Logam dengan ketebalan berbeda, gawai dengan sound generator, bola besi, speaker.	Mengamati resonansi pada logam dengan variasi ketebalan
7.	Struktur berlipat	Keseimbangan benda tegar, kesetimbangan gaya.	Struktur berlipat dari karton dengan variasi sudut, beban dari kelereng	Mempelajari keseimbangan benda tegar pada kekuatan struktur berlipat dengan variasi beban.
8.	Honeycomb	Elastisitas bahan	Honeycomb dari kertas, beban	Mempelajari kekuatan material, deformasi, tegangan dan regangan.
9.	Benda berlubang	Keseimbangan benda tegar, elastisitas bahan	Pelat berlubang dari kertas, penjepit, dynamometer	Mempelajari kekuatan material, deformasi, tegangan, regangan dan mengenal konsentrasi tegangan.
10.	Impak	Elastisitas bahan, Gerak lurus berubah beraturan, Energi kinetik, energi potensial.	Pelat logam, plumb sebagai *impactor*, mistar.	Mempelajari kekuatan bahan, deformasi, tegangan, regangan, percepatan gravitasi, gerak jatuh bebas.

Jumlah materi praktikum yang dilaksanakan oleh masing-masing kelompok berdasarkan alokasi waktu yang disediakan oleh Mitra SMA, pada umumnya sesuai dengan alokasi mata pelajaran Fisika, yaitu antara 1,5–2,5 jam untuk 1 (satu) sesi. Setiap kelompok diharapkan bisa mendapat 5-8 materi praktikum dalam 1 (satu) sesi. Pada akhir sesi, siswa mengisi kuesioner mengenai pelaksanaan praktikum secara keseluruhan. Alat peraga yang digunakan memiliki ukuran yang proporsional untuk skala pembelajaran siswa dan dapat dibongkar pasang sehingga tidak membutuhkan ruangan yang besar dan

mudah untuk dipindahkan. Sebagian alat peraga dibuat secara mandiri dari bahan yang mudah diperoleh dan murah sehingga dapat diperbanyak dan digunakan berulang-ulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan praktikum dapat dilaksanakan sesuai jadwal pada keempat mitra SMA. Kegiatan dilaksanakan pada akhir semester (bulan November dan Desember 2022) pada tiga mitra dan awal semester (Januari 2023) pada satu mitra. Jadwal perlu ditentukan dengan baik mengingat sebagian mitra mengalokasikan waktu sesuai jadwal mata pelajaran fisika. Alokasi waktu lebih fleksibel pada jam ekstra kurikuler atau menjelang libur semester.

Tahapan kegiatan untuk tiap sesi pada umumnya sama, yaitu persiapan ruangan dan alat sekitar 15 menit, dilanjutkan pembagian kelompok, pelaksanaan praktikum, dan diakhiri dengan pengisian kuesioner. Persiapan alat dapat dengan cepat dilakukan karena alat sudah dikelompokkan sesuai modul dan setiap pemandu bertanggung jawab pada modulnya masing-masing. Pengelompokan alat sesuai modul sejalan dengan penggunaan Komponen Instrument Terpadu (KIT) yaitu seperangkat alat praktikum yang dikemas dalam kotak sehingga mudah dipindahkan dan dapat digunakan di dalam kelas (Yanto, et al., 2023). Hambatan yang muncul saat persiapan adalah jika sumber listrik untuk modul *wind tunnel*, efek Coanda, dan Resonansi tidak tersedia di dekat meja praktikum. Beberapa mitra sudah membagi kelompok sebelum kegiatan sehingga praktikum lebih cepat dimulai. Siswa segera memahami metode praktikum singkat yang digunakan setelah mengikuti satu modul dan segera bergerak ke modul berikutnya. Beberapa siswa tidak sempat mengisi kuesioner, terutama jika alokasi waktu habis dan harus segera mengikuti jam pelajaran berikutnya. Hal ini sesuai dengan penelitian lain yang telah dilakukan sebelumnya (Ismail et al., 2019) bahwa keterbatasan waktu merupakan satu dari empat hambatan utama pelaksanaan praktikum fisika.

Kondisi ruang laboratorium yang bervariasi, alokasi waktu, kondisi lingkungan, dan jumlah siswa mempengaruhi kelancaran praktikum. Sebagian ruangan praktikum kurang luas meskipun untuk tiap sesi sudah menggunakan dua ruangan laboratorium ditambah luar ruangan untuk modul pesawat kertas. Jarak yang terlalu dekat antar kelompok menyulitkan konsentrasi dan perpindahan siswa menjadi lambat. Alokasi waktu yang ketat dari mitra mendorong praktikum dilaksanakan lebih singkat dan padat sehingga terkesan terburu-buru dibandingkan mitra yang memberikan alokasi waktu yang lebih longgar. Ruangan dengan ventilasi yang kurang atau temperatur udara panas dapat mengakibatkan siswa dan pemandu lebih cepat lelah. Jumlah siswa per kelompok yang paling efektif adalah 4 orang. Jika jumlah siswa pada suatu kelas banyak, maka anggota per kelompok juga akan lebih banyak sehingga kurang efektif dan suara dari aktivitas antar meja praktikum saling mengganggu. Keterbatasan ruang laboratorium adalah hambatan utama kedua untuk pelaksanaan praktikum fisika (Ismail et al., 2019).

Pada keempat mitra, target bahwa setiap kelompok mendapatkan minimal 5 modul praktikum tercapai. Beberapa sesi memungkinkan satu kelompok mendapatkan kesempatan mencoba 8 materi praktikum, tetapi tidak ada kelompok yang mendapatkan kesempatan mengikuti seluruh 10 modul praktikum. Hal ini tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah siswa dan kondisi ruangan, tetapi juga alokasi waktu yang tidak seragam diantara berbagai modul yang menentukan pergerakan antar kelompok. Setiap meja direncanakan membutuhkan waktu 10-15 menit, tetapi sebagian praktikum berlangsung 20-30 menit karena antusiasme siswa dalam diskusi dan tanya jawab. Perputaran kelompok yang sudah direncanakan terpaksa berubah karena kelompok yang seharusnya sudah

berpindah belum selesai sehingga kelompok berikutnya harus menunggu atau berganti meja praktikum lain yang sudah kosong. Dokumentasi praktikum pertama pada 5 modul terdapat pada Gambar 1.

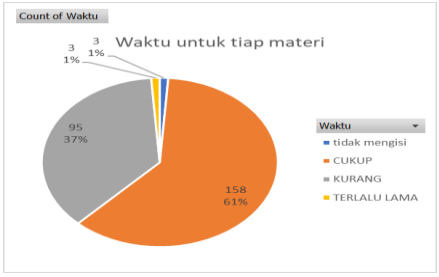
(a) (b)

(c) (d) (e)

Gambar 1 a) Praktikum modul wind tunnel di SMA Bintara; b) Praktikum modul efek coanda di MA Sahid; c) Praktikum Getaran dan resonansi di SMA 109 Jakarta; d) Praktikum modul struktur berlipat di SMA Bintara; e) Praktikum modul kertas berlubang di SMA Ign. Slamet Riyadi.

Tujuan kegiatan PKM ini, yaitu untuk mengenalkan teknologi penerbangan yang terkait dengan materi fisika SMA berhasil dicapai. Mengingat tidak ada siswa (kelompok) yang mendapatkan seluruh (10) modul praktikum, pertanyaan tentang modul apa yang paling menarik tidak dapat disimpulkan jawabannya secara valid. Sebagian siswa menyatakan bahwa modul praktikum yang diikuti menarik (52 orang), seru (57 orang), cara penyampaian mudah dipahami (44 orang), menambah pengetahuan baru (16 orang) dan tertarik dengan alat praktikum (14 orang). Hal ini menunjukkan bahwa metode, alat, dan modul praktikum yang dipilih dalam kegiatan pengabdian pada masyarakat ini mendorong ketertarikan siswa terhadap materi fisika (63% dari 259 peserta) sehingga hal ini bisa menjadi sebagian solusi dari masalah kurangnya ketersediaan modul dan alat praktikum yang mempengaruhi penggunaan laboratorium fisika yang optimal (Shaqinah et al., 2021). Namun demikian diperlukan pengukuran pengaruh metode praktikum tersebut terhadap motivasi belajar siswa mengingat efektivitas pembelajaran selain dari pengelolaan laboratorium juga dari motivasi siswa (Novianti, 2011).

Terkait dengan alokasi waktu yang diberikan untuk setiap modul, sebagian besar siswa menyatakan cukup (61%), kurang (37%), hanya 3(tiga) siswa menyatakan waktunya terlalu lama dan 3 (tiga) siswa lainnya tidak mengisi terlihat pada Gambar 2.



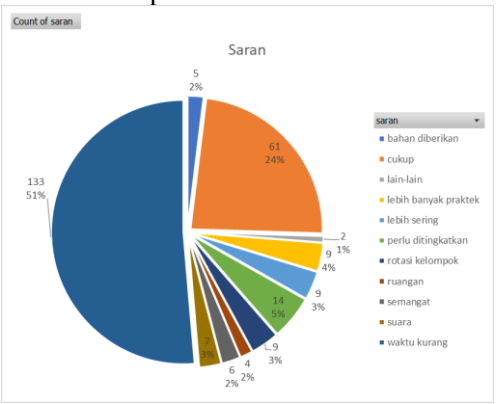
Gambar 2 Hasil survei alokasi waktu

Alokasi waktu untuk tiap modul berpengaruh pada jumlah modul yang dapat diikuti. Jika alokasi waktu pendek, maka jumlah modul yang dapat diikuti akan lebih banyak, begitu pun sebaliknya. Selain itu, jika alokasi waktu pendek, maka materi tidak tersampaikan dengan baik. Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pada 8 (delapan) sesi, alokasi waktu paling efektif adalah 20 menit untuk tiap modul, dengan jumlah modul 7, dan total waktu keseluruhan adalah 150 menit (2,5 jam).

Praktikum dengan beberapa materi fisika secara bergiliran (*moving student*) dengan metode *review* singkat dari pemandu praktikum menggunakan poster dilanjutkan dengan pengamatan, simulasi, dan percobaan menggunakan alat sederhana, dan mengisi lembar kerja singkat terbukti mudah diikuti dan dipahami oleh siswa. Sistem *moving student* pada praktikum ini merupakan versi kecil dari *moving class* yang dapat mengoptimalkan sarana dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas waktu pembelajaran. (Pribadi & Harjati, 2014). Pemandu praktikum yang berasal dari dosen dan mahasiswa tingkat akhir menguasai modul dan telah berlatih menggunakan alat pada modul tersebut sehingga tidak mengalami hambatan seperti yang dialami beberapa guru dengan modul KIT (Alaa, et al., 2019) dan (Hartanto, et al., 2023). Dengan skor 1 sampai 10, sebagian besar siswa memberi nilai 7-10 untuk kejelasan materi praktikum terlihat pada Gambar 3.

Gambar 3 Hasil survei kejelasan materi dan praktikum

Siswa memberikan berbagai saran melalui lembar kuesioner dengan saran terbanyak adalah perlu menambah waktu secara keseluruhan agar setiap siswa dapat merasakan seluruh modul praktikum (51%). Sejumlah 24% siswa menyatakan tidak ada saran karena sudah cukup baik, sedangkan 5% siswa lainnya menyarankan untuk meningkatkan lagi yang sudah dilaksanakan. Perlu lebih banyak praktik, lebih sering (diadakan kembali), dan perlunya pengaturan perputaran kelompok yang lebih baik, disarankan masing-masing oleh 9 siswa. Saran untuk lebih banyak dan lebih sering praktik menunjukkan bahwa praktik fisika yang sudah dilakukan (sebelum ada kegiatan PKM ini) dirasa masih kurang. Kelancaran pengaturan kelompok sangat bergantung pada waktu yang digunakan oleh masing-masing kelompok untuk tiap modul. Saran lainnya adalah suara pemandu yang kurang keras, dukungan untuk tetap semangat, bahan sebaiknya diberikan ke siswa, dan saran untuk tempat yang lebih baik terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Saran dari siswa yang mengikuti praktikum

Bahan praktikum yang paling banyak diinginkan oleh siswa adalah pesawat kertas, model benda di dalam *wind tunnel*, dan beban pada simulasi kekuatan struktur. Saran untuk tempat yang lebih baik bergantung pada ketersediaan ruangan dari mitra.

SIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa praktikum fisika dengan materi terkait dasar teknologi penerbangan berhasil dilaksanakan pada empat SMA mitra. Peserta kegiatan (259 siswa)

mendapatkan tambahan pengalaman praktikum 5-8 modul dan metode yang digunakan mendorong ketertarikan 63% peserta pada praktikum fisika. Perlu perbaikan pada alokasi waktu, penambahan jenis modul praktikum, pengaturan pergantian antar kelompok, dan perlu dilakukan pengukuran motivasi belajar siswa agar diketahui pengaruhnya terhadap motivasi belajar fisika.

DAFTAR PUSTAKA

Alaa, S., Qomariyah, N., Wirawan, R., Angraini, L. M., Syamsuddin, S., & Sukrisna, B. (2019). Peningkatan kompetensi guru dalam pembelajaran fisika berbasis metode eksperimen. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, *2*(2), 1-4.

Anita, M., Irma, S., & Kadir, F. (2022). Analisis pelaksanaan praktikum fisika di sma negeri se-kabupaten maros. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, *4*(2), 125-136.

Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2014). *Science instruction in the middle and secondary schools: developing fundamental knowledge and skills.* Houston: Pearson+.

Haisy, M. C., Astra, I., & Handoko, E. (2015). Pengembangan alata peraga resonansi dan efek doppler berbasis soundcard pc/laptop untuk meningkatkan motivasi belajar fisika siswa sma. *Prosiding Seminar Nasional Fisika , IV*, 87-91.

Hartanto, T. J., Dinata, P. A., Pratama, A., Handriani, R., Suhartono, Nawir, M., & Qadariah, A. (2023). Pelatihan penggunaan alat-alat laboratorium pada topik kelistrikan dan kemagnetan bagi guru ipa dan peserta didik smp negeri 5 palangka raya. *Bubungan Tinggi*, *5*(3), 1200-1208.

Ismail, A., Setiawan, A., Suhandi, A., & Rusli, A. (2019). Profile of physics laboratory-based higher order thinking skills (HOTs) in Indonesian high schools. *Journal of Physics: Conference Series, 1280*(5), 1-7.

Kurniawan, E. S., Pratiwi, U., & Fatmaryanti, S. D. (2019). Asistensi praktikum fisika dan pendampingan fun science project bagi peserta didik di sma negeri 9 purworejo. *Surya Abdimas*, *3*(1), 12-20.

Maryam, E., & Fahrudin, A. (2020). Pengembangan sound card laptop sebagai alat praktikum fisika untuk penentuan percepatan gravitasi bumi. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, *2*(1), 29-40.

Nasar, A., & Kaleka, M. B. (2019). Effectiveness of experimental laboratory methods on understanding the concept of light, science processes skills, and scientific attitudes of students. *Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(3), 262-270.

Noor, Y. A., Putra, N. M., Nugroho, S. E., Marwoto, P., Mindyarto, B. N., Linuwih, S., . . . Minhat, M. (2020). Praksis praktikum fisika mode daring: studi kasus pembelajaran di sma/ma jawa tengah dan jawa timur semasa pandemi covid-19. *Unnes Physics Education Journal*, *9*(3), 276-283.

Novianti, N. R. (2011). Kontribusi pengelolaan laboratorium dan motivasi belajar siswa terhadap efektivitas proses pembelajaran. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 158-166.

Pribadi, H., & Harjati, P. (2014). Analisis pembelajaran fisika dalam sistem moving class di smp negeri 1 pekalongan lampung timur tahun pelajaran 2012/2013. *Jurnal Pendidikan Fisika FKIP UM Metro*, *2*(1), 32-41.

Pujianto, Sururi, A. M., Chasanah, R., & Abadi, R. (2014). *Fisika untuk sma/ma kelas xi peminatan matematika dan ilmu-ilmu alam.* Jakarta: Intan Pariwara.

Putri, A., & Saehana, S. (2021). Pengembangan alat praktikum menggunakan sensor ultrasonik dikombinasikan dengan arduino sebagai media bantu praktikum materi gelombang. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, *08*(1), 1-13.

Putri, T. D., Hamid, A., & Yusrizal. (2016). Pengaruh penggunaan laboratorium virtual dalam melakukan praktikum fisika terhadap

hasil belajar siswa kelas xi sma negeri 1 banda aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika, 1*(4), 142-150.

Radjawane, M. M., Tinambunan, A., & Jono, S. (2022). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI.* Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Sarjono. (2018). Pentingnya Labortorium Fisika di SMA/MA dalam Menunjang Pembelajaran Fisika. *Jurnal Madaniyah, 8*(2), 262-271.

Setyaningrum, R., Sriyono, & Ashari. (2013). Efektivitas pelaksanaan praktikum fisika siswa sma negeri kabupaten purworejo. *Radiasi, 3*(1), 83-86.

Shaqinah, N. I., Helmi, & Amin, B. D. (2021). Analysis of the utilization of physics laboratories in state senior high schools in luwu regency. *Jurnal Pendidikan Fisika, 9*(3), 253-261.

Suherly, T., Insani, L. T., Hidayat, F., Waruwu, O., Manik, R. E., & Rahmad, M. (2022). Analisis tingkat kebutuhan pemanfaatan laboratorium fisika sebagai pendukung peningkatan hasil belajar. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan, 4*(3), 3393-3404.

Yanto, F., Primasari, M., Azhar, A., Putri, R. E., Sari, W. K., & Wati, F. (2023). Bimbingan teknis untuk melatih keterampilan guru smp/ mts dalam penggunaan alat peraga dan kit ipa. *Bubungan Tinggi, 5*(3), 1279-1287.