

NASKAH ORISINAL

Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi sebagai Pilar Sains dalam Pembelajaran Sains Fundamental

Yusuf Bilfaqih¹ | Nurlita Gamayanti¹ | Mochammad Sahal¹ | Zulkifli Hidayat¹ | Suyanto² | Syamsul Arifin² | Fadhilah Mileanasari^{3,*} | Abdullah Alkaff¹

¹Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

²Departemen Teknik Fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

³UPTD Balai Latihan kerja, Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Kalimantan Tengah, Indonesia.

Korespondensi

*Fadhilah Mileanasari, UPTD Balai Latihan Kerja, Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Kalimantan Tengah, Indonesia. Alamat e-mail: fadhilahmileanasari@gmail.com

Alamat

Laboratorium Sistem dan Sibernetika, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Penguasaan sains fundamental, termasuk Fisika, Matematika, dan Statistik, merupakan prasyarat utama dalam pendidikan teknik, namun banyak peserta didik mengalami kesulitan karena lemahnya pemahaman konseptual dan terbatasnya keterhubungan antara teori dan aplikasi nyata. Tantangan ini menyebabkan rendahnya motivasi belajar serta menurunnya capaian akademik, khususnya pada mahasiswa tahun pertama. Untuk menjembatani kesenjangan tersebut, komputasi saintifik menawarkan pendekatan yang efektif melalui kemampuan visualisasi, simulasi, dan eksplorasi fenomena abstrak secara interaktif. Dalam konteks tersebut, MATLAB dan Simulink menjadi perangkat penting yang mampu memfasilitasi pemodelan sistem dinamis, analisis respons, dan interpretasi konsep sains secara lebih intuitif. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memperkuat pemahaman peserta terhadap keterkaitan antara teori, eksperimen, dan komputasi, serta meningkatkan kemampuan mereka dalam menerapkan metode komputasi saintifik untuk mengkaji fenomena sains fundamental. *Workshop* dilaksanakan melalui kombinasi sesi teori dan praktik, mencakup pengenalan pilar sains, pemrograman dasar MATLAB, pemodelan menggunakan Simulink, dan demonstrasi aplikasi pada sistem kontrol, sistem otonom serta robotika. Selain itu, peserta diperkenalkan pada studi kasus berbasis fenomena nyata yang mengaitkan materi Fisika dan Matematika dengan pemodelan, simulasi, serta implementasi perangkat seperti *mobile robot*, robot manipulator, dan *unmanned surface vehicle* (USV). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *workshop* ini berhasil meningkatkan pemahaman, pengalaman praktis, dan motivasi belajar peserta dalam mempelajari sains fundamental dan aplikasinya.

Kata Kunci:

Komputasi Saintifik, MATLAB, Pilar Sains, Sains Fundamental, Simulink, Sistem Kontrol.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Kemampuan berpikir ilmiah dan penguasaan sains fundamental menjadi kunci dalam mencetak generasi yang adaptif terhadap perkembangan teknologi. Sayangnya, pembelajaran sains di banyak institusi pendidikan masih didominasi pendekatan teoritis yang kurang menyentuh aspek aplikatif dan pemecahan masalah nyata. Komputasi saintifik, khususnya melalui platform seperti MATLAB dan Simulink, memungkinkan peserta didik maupun pengajar untuk memodelkan sistem fisis, melakukan simulasi, dan menganalisis hasil secara visual dan numerik. Dengan pendekatan ini, konsep abstrak dalam fisika, matematika, maupun teknik dapat divisualisasikan secara nyata, meningkatkan pemahaman dan minat belajar.

Mata kuliah dasar seperti Fisika dan Matematika merupakan fondasi utama bagi keberhasilan mahasiswa dalam menempuh pendidikan tinggi di bidang teknik. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak pada dua mata kuliah tersebut, terutama ketika mereka tidak melihat relevansinya dengan aplikasi dunia nyata. Kesulitan ini berkontribusi signifikan terhadap rendahnya motivasi belajar, tingginya tingkat kecemasan matematika (*math anxiety*), serta penurunan capaian akademik mahasiswa tahun pertama^[1, 2]. Kondisi serupa juga terjadi pada banyak program teknik, di mana mata kuliah dasar memiliki tingkat ketidaklulusan tertinggi karena miskonsepsi konseptual dan kurangnya konteks aplikatif dalam pembelajaran^[3].

Dalam konteks pendidikan teknik, literatur menekankan pentingnya pembelajaran berbasis aplikasi dan laboratorium untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Pendekatan seperti *computational thinking*, *simulation-based learning*, dan *model-based inquiry* terbukti meningkatkan pemahaman konsep abstrak dan memperkuat kemampuan *problem-solving* mahasiswa^[4]. Penggunaan simulasi komputasi dalam pendidikan sains dan keteknikan telah terbukti efektif membantu mahasiswa memvisualisasikan fenomena kompleks dan memahami hubungan antara persamaan matematis dan perilaku sistem fisik^[5]. Hal ini sangat relevan dengan bidang Sistem Kontrol dan Robotika, yang secara inheren membutuhkan integrasi kuat antara Matematika, Fisika, pemodelan dinamis, dan implementasi perangkat keras.

Laboratorium Sistem dan Sibernetika memiliki posisi strategis untuk menyelenggarakan kegiatan pengabdian yang mengintegrasikan pendidikan, penelitian, dan pengembangan teknologi melalui *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi”. *Workshop* ini dirancang untuk menunjukkan bagaimana konsep dasar seperti turunan, persamaan diferensial, bilangan kompleks, dan hukum Newton menjadi landasan bagi pemodelan, analisis, dan desain sistem kontrol modern pada *unmanned surface vehicle* (USV), *unmanned aerial vehicle* (UAV), *mobile robot*, dan *robot manipulator*. Integrasi pendekatan pedagogis berbasis komputasi dengan demonstrasi sistem nyata di laboratorium dapat meningkatkan motivasi belajar, memperkuat pilar sains fundamental mahasiswa, serta mendukung peningkatan capaian akademik dan kesiapan mereka untuk mengikuti mata kuliah lanjutan^[6].

Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya menanggapi permasalahan penurunan nilai dan tingkat kelulusan mata kuliah dasar, tetapi juga menjadi bagian dari strategi tridharma Laboratorium Sistem dan Sibernetika untuk memperkuat ekosistem pembelajaran teknik yang berkelanjutan dan berorientasi pada pengembangan sains serta teknologi berbasis komputasi.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Tujuan kegiatan pengabdian ini adalah menyelenggarakan *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi”. Kegiatan ini dapat memberi manfaat: 1. Meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa tingkat pertama mengenai hubungan antara teori dasar Fisika dan Matematika dengan aplikasi nyata; 2. Membangun motivasi belajar yang lebih kuat, khususnya pada mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam mata kuliah dasar, dengan memperlihatkan relevansi langsung konsep abstrak terhadap teknologi robotik modern seperti USV, UAV, *mobile robot*, dan manipulator; 3. Memperkuat pilar sains fundamental melalui pendekatan edukasi berbasis visualisasi, simulasi komputasi, dan demonstrasi laboratorium, sehingga meningkatkan literasi saintifik dan kemampuan analitis mahasiswa; 4. Mengintegrasikan kegiatan pengajaran, penelitian, dan pengabdian di Laboratorium Sistem dan Sibernetika melalui penyajian materi edukatif yang berbasis hasil riset dan teknologi yang dikembangkan di laboratorium.

1.3 | Target Luaran

Target utama adalah capaian pembelajaran peserta *workshop*, setelah menyelesaikan *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” peserta mampu memahami keterkaitan teori dan praktik dalam lingkup pembelajaran sains fundamental melalui pendekatan pilar sains: teori, eksperimen, dan komputasi. Secara kuantitatif target ini direpresentasikan melalui hasil survei terhadap peserta *workshop* yang dibahas pada Bab 3. Capaian dari luaran program pengabdian selengkapny disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Capaian Luaran Wajib dan Tambahan

No	Luaran	Keterangan
1	Artikel Sewagati ITS	Judul: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi sebagai Pilar Sains dalam Pembelajaran Sains Fundamental
2	Modul Pilar Sains Fisika 1	HKI: EC002025172837
3	Modul Pilar Sains Kalkulus 1	HKI: EC002025202375
4	Poster <i>Workshop</i>	HKI: EC002025173207
5	Banner <i>Workshop</i>	HKI: EC002025172392
6	Panduan Pengaturan <i>Arm Manipulator</i>	HKI: EC002025202374
7	Panduan Pengaturan <i>Quadcopter</i>	HKI: EC002025202368

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan dalam bab ini dibagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama, Pembelajaran Sains Fundamental, menguraikan pentingnya penguasaan konsep dasar Fisika dan Matematika dalam pendidikan teknik serta berbagai tantangan yang umum dihadapi mahasiswa. Bagian kedua, Membawa Teori ke Aplikasi, membahas pendekatan dan metode yang dapat digunakan untuk menjembatani konsep teoritis dengan implementasi praktis melalui komputasi, simulasi, dan demonstrasi perangkat nyata. Kedua bagian ini menjadi rujukan penting bagi desain *workshop* yang bertujuan memperkuat motivasi dan pemahaman mahasiswa dalam mempelajari sains dasar dan aplikasinya.

2.1 | Pembelajaran Sains Fundamental

Sains Fundamental merupakan fondasi dari berbagai disiplin ilmu pengetahuan alam dan teknik. Cakupannya meliputi fisika, matematika, dan kimia, yang masing-masing memainkan peran penting dalam menjelaskan fenomena alam, merumuskan hukum-hukum ilmiah, serta mengembangkan teknologi. Pembelajaran sains fundamental memiliki peran strategis dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, dan kritis peserta didik.

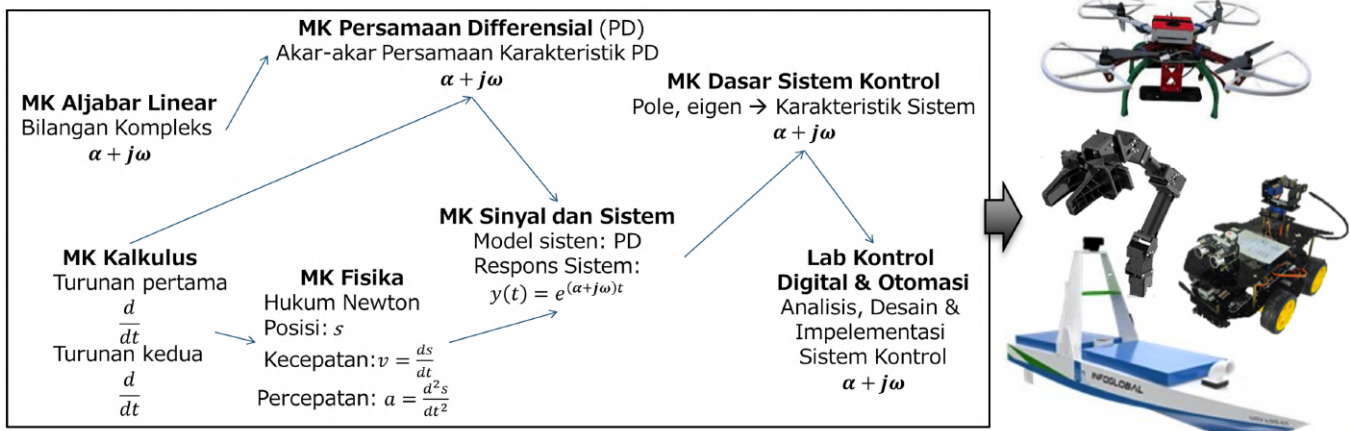
Dalam praktiknya, pembelajaran sains fundamental menghadapi berbagai tantangan, antara lain: 1. Sifat Konseptual dan Abstrak, konsep dalam sains, seperti gerak, gaya, hukum Newton, reaksi kimia, atau kalkulus, bersifat abstrak dan tidak mudah divisualisasikan. Banyak peserta didik kesulitan menghubungkan teori dengan fenomena nyata di sekitar mereka. 2. Minimnya Visualisasi dan Simulasi, di banyak institusi pendidikan, pendekatan pembelajaran masih bersifat konvensional—berbasis ceramah dan hafalan—tanpa bantuan media visual atau simulasi interaktif yang dapat membantu pemahaman lebih dalam. 3. Rendahnya Literasi Digital dalam Pengajaran Sains, meskipun teknologi informasi berkembang pesat, integrasi perangkat lunak berbasis simulasi atau pemodelan komputasi dalam pembelajaran sains masih minim. Banyak pendidik belum terbiasa menggunakan alat bantu digital seperti MATLAB, Simulink, PhET, atau sejenisnya dalam mengajar. 4. Keterbatasan Sumber Daya dan Akses Teknologi, tidak semua sekolah atau institusi pendidikan memiliki akses terhadap laboratorium fisik yang memadai, apalagi laboratorium virtual. Hal ini membatasi pengalaman eksperimen peserta didik, yang padahal sangat penting dalam pembelajaran sains. 5. Motivasi Belajar yang Rendah, ketika pembelajaran sains hanya berfokus pada teori dan rumus tanpa konteks nyata atau aplikasi praktis, motivasi belajar peserta didik cenderung menurun. Mereka melihat sains sebagai sesuatu yang sulit, membosankan, dan tidak relevan.

Untuk menjawab permasalahan ini, perlu diterapkan pendekatan inovatif yang dapat menggabungkan konsep teoritis dengan visualisasi aplikatif. Salah satunya adalah dengan pemanfaatan perangkat lunak komputasi saintifik seperti MATLAB dan Simulink dalam proses pembelajaran. Penggunaan komputasi saintifik memungkinkan peserta didik: melihat langsung representasi grafis dari persamaan matematis, mencoba berbagai simulasi fisika atau sistem dinamik, mengembangkan pola berpikir algoritmik dan eksperimental. Dengan pendekatan ini, konsep-konsep abstrak dapat dijelaskan melalui simulasi yang lebih nyata, interaktif, dan menyenangkan. Selain meningkatkan pemahaman, hal ini juga mendukung pencapaian tujuan pendidikan sains yang lebih bermakna dan kontekstual.

2.2 | Membawa Teori ke Aplikasi

Peta jalan pada Gambar 1 menunjukkan hubungan sistematis antara konsep-konsep fundamental yang dipelajari dalam mata kuliah Fisika dan Matematika dengan aplikasi tingkat lanjut pada sistem kontrol, sistem otonom dan robotika. Pembelajaran dimulai dari Kalkulus—khususnya turunan pertama dan kedua—yang menjadi landasan untuk memahami perubahan, laju, dan percepatan suatu besaran. Konsep ini kemudian menopang Hukum Newton dalam mata kuliah Fisika, yang menyatakan bahwa percepatan suatu objek merupakan hasil interaksi gaya dan massa. Dari sinilah mahasiswa diperkenalkan pada dinamika sistem fisik, terutama hubungan antara posisi, kecepatan, dan percepatan terhadap waktu. Tahapan ini sesuai dengan urgensi literasi matematis dalam pendidikan teknik sebagaimana dikemukakan oleh^[7] dalam konteks penguasaan kalkulus dan mekanika klasik.

Selanjutnya, konsep-konsep tersebut berkembang menjadi persamaan diferensial (PD), yang menjadi model matematis utama untuk menggambarkan dinamika sistem. Persamaan diferensial menghasilkan persamaan karakteristik yang akar-akarnya ($\alpha \pm j\omega$) menentukan perilaku sistem, seperti stabilitas dan respons transien. Konsep bilangan kompleks dari Aljabar Linear turut menentukan interpretasi fisik dari akar karakteristik tersebut. Ketika memasuki mata kuliah Sinyal dan Sistem, mahasiswa mempelajari bagaimana model PD diterjemahkan ke dalam respons sistem, seperti fungsi eksponensial teredam $y(t) = \exp((\alpha + j\omega)t)$, yang merupakan dasar analisis sistem linear. Pemahaman integratif ini sangat sejalan dengan prinsip *mathematical modeling in engineering education*^[8, 9].



Gambar 1 Peta Jalan Membawa Teori ke Aplikasi pada Sistem Kontrol dan Autonomous.

Puncak dari peta jalan ini berada pada mata kuliah Dasar Sistem Kontrol dan Laboratorium Kontrol Digital dan Otomasi, di mana konsep $\alpha \pm j\omega$ tidak lagi menjadi sekadar teori, tetapi digunakan untuk mendesain pengendali, menentukan *pole* sistem, dan mengevaluasi performa stabilitas. Mahasiswa kemudian menerapkan teori tersebut pada platform nyata seperti *Unmanned Surface Vehicle* (USV), *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), *mobile robot*, dan *robot manipulator*. Dengan demikian, peta jalan ini menjelaskan perjalanan konseptual yang membawa mahasiswa dari teori abstrak menuju implementasi sistem kontrol otonom secara nyata. Pendekatan ini sejalan dengan paradigma *model-based inquiry learning*, di mana mahasiswa membangun, memvalidasi, dan merevisi model matematis untuk menjelaskan dan memprediksi perilaku sistem^[10]. Berbagai studi dalam pendidikan keteknikan menunjukkan bahwa pendekatan berbasis pemodelan secara signifikan meningkatkan *conceptual retention*, *transfer*

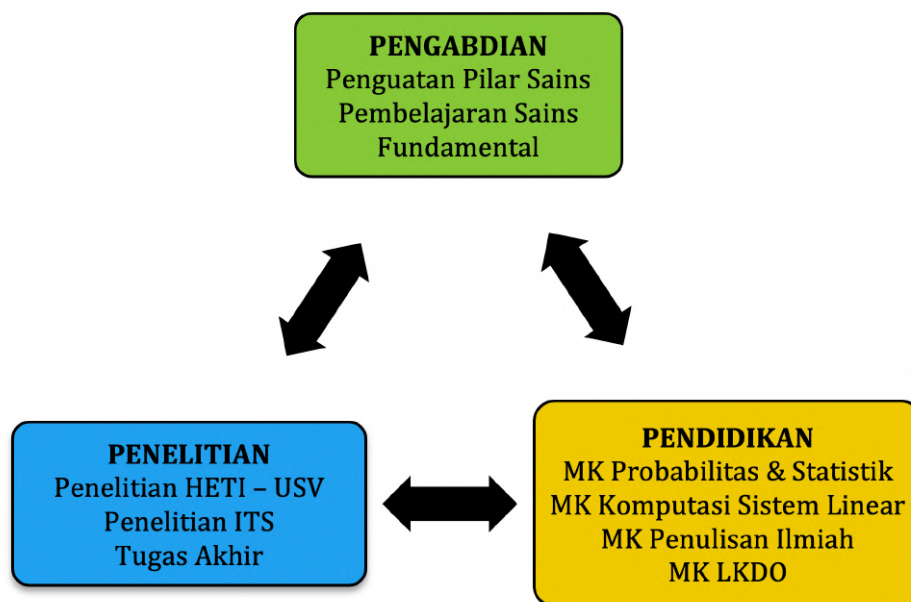
of knowledge, dan kemampuan *engineering problem-solving* karena mahasiswa tidak hanya menghafal prosedur, tetapi terlibat dalam proses eksplorasi hipotesis, analisis parameter, dan refleksi hasil simulasi terhadap fenomena fisik^[10, 11]. Secara khusus, pembelajaran berbasis model mendorong integrasi antara representasi matematis (persamaan diferensial dan domain-s), visualisasi grafis (*root locus* dan respons waktu), serta implementasi komputasional (misalnya melalui MATLAB/Simulink). Integrasi multi-representasi ini telah dilaporkan efektif dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa untuk mentransfer konsep dari domain teoritis ke aplikasi rekayasa nyata—sebuah kompetensi inti dalam pendidikan teknik modern^[6].

3 | METODE KEGIATAN

Program Pengabdian ini dilaksanakan dalam kerangka model *laboratory based education*^[12]. Program pengabdian ini digerakkan oleh program pendidikan dan penelitian yang telah dijalankan. Begitu pula, program pengabdian yang telah dijalankan ini menggerakkan kegiatan pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan^[13].

3.1 | Strategi

Strategi pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dengan memadukan tiga kegiatan Tridharma Laboratorium Sistem dan Sibernetika, yaitu pendidikan, penelitian, dan pengabdian yang diilustrasikan pada Gambar 2^[12].

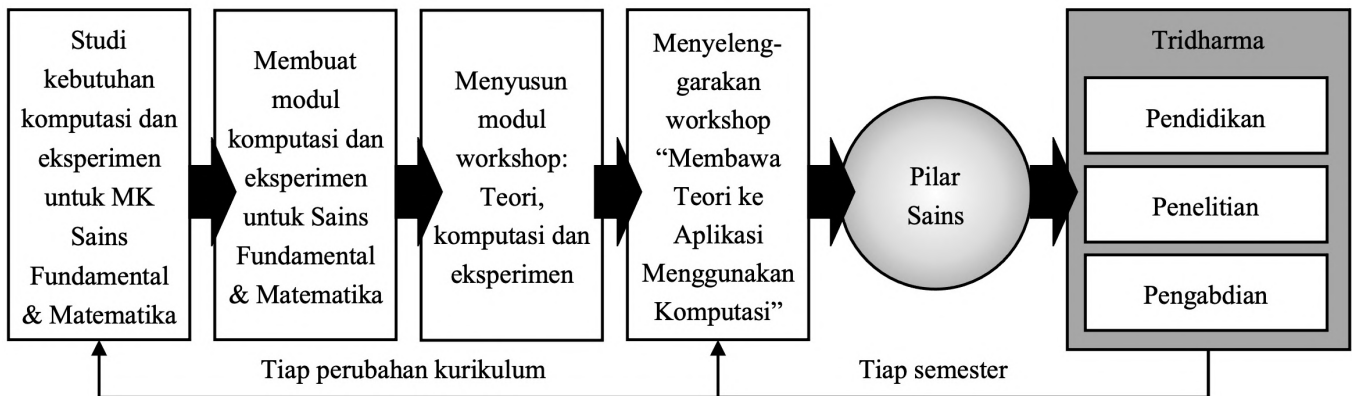


Gambar 2 Strategi memadukan kegiatan tridharma Laboratorium Sistem dan Sibernetika.

Kegiatan pendidikan menyediakan dasar keilmuan melalui mata kuliah seperti Probabilitas dan Statistik, Komputasi Sistem Linear, Penulisan Ilmiah, serta Laboratorium Kontrol Digital dan Otomasi (LKDO), yang membekali mahasiswa dengan kemampuan analitis, pemodelan, dan pengembangan solusi berbasis komputasi. Kegiatan penelitian, melalui kegiatan seperti penelitian HETI tentang *unmanned surface vehicle* (USV), penelitian internal ITS, dan penyusunan tugas akhir, memperkuat relevansi akademik sekaligus menghasilkan temuan dan inovasi yang siap ditransfer kepada peserta *workshop*. Kedua kegiatan tersebut kemudian diintegrasikan ke dalam kegiatan pengabdian, yaitu pelaksanaan *workshop* yang berfokus pada penguatan pilar sains fundamental dengan cara memperlihatkan bagaimana teori-teori yang dipelajari di kelas dan hasil penelitian laboratorium dapat diaplikasikan secara nyata pada sistem kontrol, sistem otonom dan robotika. Dengan sinergi ini, pengabdian tidak hanya menjadi kegiatan sosialisasi, tetapi juga wahana aktualisasi ilmu, penguatan motivasi belajar, serta peningkatan kapasitas akademik.

3.2 | Rencana Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini direncanakan secara strategis dan terpadu sebagai kesatuan kegiatan tridharma agar dapat saling mempengaruhi dan menguatkan. Dimulai dengan studi kebutuhan komputasi dan eksperimen dalam pembelajaran mata kuliah Sains Fundamental, kemudian dibuat modul komputasi dan eksperimen yang menjadi prioritas. Modul komputasi dan eksperimen ini melengkapi modul *workshop* yang disiapkan untuk *hands-on experiment* saat *workshop*. Selanjutnya, *workshop* diselenggarakan untuk menyebarluaskan kemampuan mengembangkan komputasi dan eksperimen sebagai bentuk penguatan pilar sains dalam pembelajaran Sains Fundamental. Kedua pilar sains, komputasi dan eksperimen, dikelola untuk mendukung berbagai kegiatan tridharma, pendidikan, penelitian dan pengabdian. Seluruh kegiatan ini dikelola secara utuh sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3 Rencana kegiatan Pengabdian dalam siklus keberlanjutan.

Rincian kegiatan masing-masing dari tridharma diberikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rencana Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi Terpadu

No	Tridharma	Kegiatan untuk Penguatan Pilar Sains
1	Pendidikan	• EE234302 Probabilitas & Statistik Melaksanakan survei pembelajaran mata kuliah Sains Fundamental dan Matematika Melaksanakan survei pelaksanaan dan hasil <i>workshop</i> • EE234632 Komputasi Sistem Linear Menyusun modul Pilar Sains mata kuliah Sains Fundamental dan Matematika • EE234779 Penulisan Ilmiah Menyusun Peta Jalan “Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” • EE234631 Lab. Kontrol Digital dan Otomasi (A) Menyiapkan Eksperimen di lab terkait aplikasi teori pada mata kuliah Sains Fundamental dan Matematika • Mata Kuliah Sains Fundamental

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel 2 – Sambungan dari halaman sebelumnya

No	Tridharma	Kegiatan untuk Penguatan Pilar Sains
2	Penelitian	• Penelitian Program HETI mengenai pengembangan <i>Unmanned Surface Vehicle</i> (USV) • Penelitian Dana Unit ITS: - Pengembangan sistem <i>autonomous</i> pada <i>mobile robot</i> Yah-boom - Pengembangan sistem <i>autonomous</i> pada robot terbang jenis <i>Quadcopter</i> • Penelitian Tugas Akhir - Pengembangan sistem <i>autonomous</i> pada <i>mobile robot</i> Yah-boom - Pengembangan sistem <i>autonomous</i> pada robot <i>Arm Manipulator</i>
3	Pengabdian	• Menyelenggarakan <i>workshop</i> “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” • Memadukan kegiatan pendidikan dan penelitian tersebut dengan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sebagai kesatuan Kegiatan Tridharma Laboratorium Sistem dan Sibernetika

3.3 | Rencana Keberlanjutan Program

Kegiatan pengabdian di Laboratorium Sistem dan Sibernetika selalu diletakkan sebagai bagian tidak terpisah dari kegiatan tridharma agar saling menguatkan^[14]. Demikian pula, kegiatan *workshop* ini juga tidak terpisah dengan kegiatan pendidikan dan penelitian. Dalam menjaga keberlanjutan kegiatan ini, Laboratorium Sistem dan Sibernetika menetapkan misi untuk menguatkan pilar sains untuk mendukung seluruh kegiatan tridharma lab^[15]. Pada Gambar 4 diperlihatkan rangkaian kegiatan tridharma Laboratorium Sistem dan Sibernetika dalam konteks penguatan pilar sains sejak tahun 2021 sampai tahun 2026.

2021	2022	2023	2024	2025	2026
• Menyusun buku “Praktikum di Rumah Saja” • Menyusun buku “Virtualisasi Eksperimen dengan Simulink 3D” • <i>Workshop</i> Komputasi dengan Matlab • Menerapkan pembelajaran eksperiensial	• <i>Workshop</i> pengembangan modul ajar kurikulum merdeka • Pengembangan modul eksperimen virtual sistem otonom • <i>Workshop</i> Komputasi dengan Matlab • Menerapkan pembelajaran eksperiensial	• Menyusun buku berbasis Komputasi “Sinyal dan Sistem” • Menyusun buku Keandalan Sistem dengan pendekatan Algoritma • Penelitian teknik komputasi keandalan • <i>Workshop</i> Komputasi dengan Matlab • Menerapkan pembelajaran eksperiensial	• Mepublikasikan <i>paper</i> “Komputasi Keandalan” • Sertifikasi modul eksperimen virtual • Sertifikasi modul presentasi • Sertifikasi program komputer • <i>Workshop</i> Komputasi dengan Matlab • Menerapkan pembelajaran eksperiensial	• Menyusun modul pilar sains mata kuliah Sains Fundamental • Mengadakan <i>workshop</i> “Komputasi Saintifik dengan Matlab” • Menerapkan pembelajaran berbasis pilar sains	• <i>Workshop</i> pengembangan Pilar Sains untuk mata kuliah Rekayasa • <i>Workshop</i> Komputasi dengan Matlab • Menerapkan pembelajaran berbasis pilar sains

Gambar 4 Keberlanjutan penguatan pilar sains di Laboratorium Sistem dan Sibernetika.

4 | HASIL DAN DISKUSI



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 5 Dokumentasi Kegiatan Pengabdian: (a) Foto bersama peserta *workshop* Mengungkap Fenomena Sains; (b) Sambutan Kaprodi Elektro; (c) Penyampaian Teori; (d) Penyampaian Komputasi; (e) Eksperimen pada Arm Manipulator; (f) Eksperimen pada Mobile Robot; (g) Eksperimen pada USV.

Pada Gambar 5 ditampilkan rangkaian dokumentasi kegiatan *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” yang diselenggarakan oleh Laboratorium Sistem dan Sibernetika. Kegiatan diawali sambutan Kaprodi Teknik Elektro yang membuka acara secara resmi. Sesi inti *workshop* mencakup penyampaian teori dasar serta materi komputasi yang memberikan landasan konseptual bagi peserta. Setelah itu, kegiatan beralih pada demonstrasi dan eksperimen langsung, meliputi pengoperasian *robot arm manipulator*, *mobile robot*, serta pengujian *unmanned surface vehicle* (USV) di lapangan. Dokumentasi ini menunjukkan bahwa *workshop* tidak hanya menyajikan materi dalam bentuk pemaparan, tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang memperkuat pemahaman peserta tentang hubungan antara teori, komputasi, dan implementasi nyata dalam sistem kontrol, sistem otonom dan robotika. Sesi *workshop* diakhiri dengan foto bersama seluruh peserta sebagai simbol antusiasme dan kebersamaan.

Hasil survei disajikan pada Tabel 3, data menunjukkan bahwa *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” memperoleh respon yang sangat positif dari para peserta. Pada Pilar 1: Teori/Analisis, nilai rerata mencapai 4,56, menunjukkan bahwa materi teori yang disampaikan mudah dipahami dan mampu memperjelas hubungan antara konsep dasar dengan fenomena sains. Pilar 2, yaitu Eksperimen/Observasi, mendapatkan nilai lebih tinggi yaitu 4,697, yang mengindikasikan bahwa peserta sangat antusias terhadap kegiatan praktikum dan demonstrasi yang diberikan, serta merasa bahwa pengalaman langsung tersebut memperkuat pemahaman mereka terhadap teori. Sementara itu, Pilar 3: Komputasi/Simulasi memperoleh rerata 4,47, yang meskipun tetap berada pada kategori sangat baik, merupakan nilai terendah dibandingkan dua pilar lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa aspek komputasi masih menghadapi tantangan relatif lebih besar dalam implementasinya. Beberapa kendala yang teridentifikasi dari diskusi dengan mitra antara lain: 1. Variasi tingkat literasi komputasi peserta, terutama dalam penggunaan MATLAB/Simulink, sehingga sebagian peserta memerlukan waktu adaptasi lebih lama; 2. Keterbatasan fasilitas perangkat keras dan kesiapan perangkat lunak, yang menyebabkan waktu praktik tidak sepenuhnya optimal; 3. Perbedaan latar belakang pemahaman matematika dan pemodelan, sehingga proses translasi dari fenomena fisik ke model matematis memerlukan pendampingan lebih intensif.

Perbandingan hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan observasional dan eksperimen lebih cepat diterima karena bersifat konkret dan langsung terlihat, sedangkan komputasi menuntut abstraksi tambahan berupa pemodelan matematis dan interpretasi numerik. Dengan demikian, meskipun capaian Pilar 3 sudah baik, diperlukan penguatan pada tahap *scaffolding* komputasi—misalnya melalui modul pendahuluan, *template* model, atau sesi tutorial terstruktur—agar integrasi teori, eksperimen, dan simulasi dapat berjalan lebih seimbang.

Pada bagian Evaluasi Pelaksanaan *Workshop*, peserta memberikan penilaian rerata 4,666, mencerminkan bahwa penyampaian materi oleh narasumber, pendampingan fasilitator, waktu pelaksanaan, dan fasilitas pendukung berada dalam kategori sangat memuaskan. Para peserta menilai bahwa materi, modul, dan sertifikat disiapkan dengan baik serta kegiatan berlangsung secara efektif dan kondusif. Sementara itu, pada kategori Dampak dan Kepuasan Peserta, nilai rerata mencapai 4,6575, menunjukkan bahwa *workshop* ini berhasil meningkatkan pemahaman mengenai keterkaitan antara teori, eksperimen, dan komputasi, serta menumbuhkan motivasi untuk melakukan penelitian atau proyek berbasis sains dan komputasi.

Tabel 3 Hasil survei terhadap peserta *workshop*

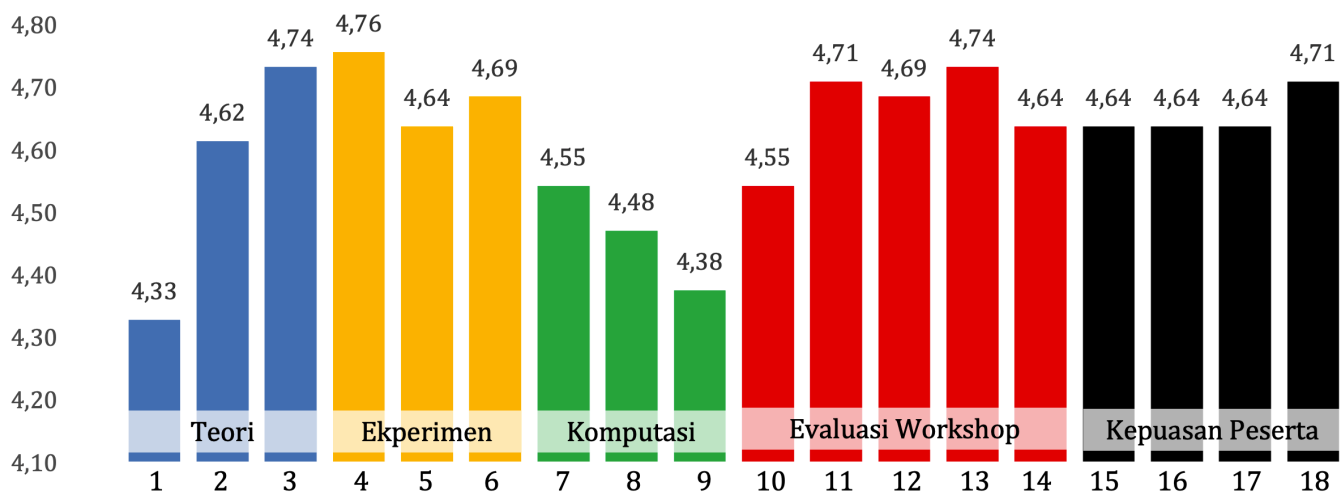
No	Pertanyaan	Nilai rerata
Pilar 1: Teori / Analisis		4,56
1	Materi teori yang disampaikan mudah dipahami.	4,33
2	Pemateri mampu menjelaskan hubungan antara teori dan fenomena sains secara jelas.	4,62
3	<i>Workshop</i> ini memperdalam pemahaman saya terhadap konsep dasar sains yang relevan.	4,74
Pilar 2: Eksperimen / Observasi		4,697
4	Kegiatan eksperimen atau demonstrasi yang dilakukan menarik dan mudah diikuti.	4,76
5	Saya memperoleh pengalaman langsung dalam mengamati fenomena sains.	4,64
6	Eksperimen yang dilakukan memperkuat pemahaman teori yang diberikan.	4,69

Bersambung ke halaman berikutnya

Tabel 3 – Sambungan dari halaman sebelumnya

No	Pertanyaan	Nilai rerata
Pilar 3: Komputasi / Simulasi		4,47
7	Materi komputasi (pemodeling/simulasi) disajikan dengan baik dan terstruktur.	4,55
8	Penggunaan MATLAB/Simulink membantu saya memahami fenomena sains secara kuantitatif.	4,48
9	Saya dapat mengaplikasikan pendekatan komputasi untuk masalah sains lainnya.	4,38
Evaluasi Pelaksanaan <i>Workshop</i>		4,666
10	Narasumber/pemateri menyampaikan materi dengan jelas dan menarik.	4,55
11	Fasilitator memberikan pendampingan yang memadai selama kegiatan.	4,71
12	Waktu yang disediakan untuk setiap sesi sudah cukup.	4,69
13	Peralatan, ruang, dan fasilitas mendukung kegiatan <i>workshop</i> .	4,74
14	Materi PPT, modul, dan <i>e-certificate</i> disiapkan dengan baik.	4,64
Dampak dan Kepuasan Peserta		4,6575
15	<i>Workshop</i> ini meningkatkan pemahaman saya terhadap keterkaitan teori, eksperimen, dan komputasi.	4,64
16	Saya merasa termotivasi untuk melakukan penelitian atau proyek berbasis komputasi sains.	4,64
17	Secara keseluruhan, saya puas dengan pelaksanaan <i>workshop</i> ini.	4,64
18	Saya bersedia mengikuti kegiatan serupa di masa mendatang.	4,71

Grafik pada Gambar 6 memvisualisasikan hasil survei tersebut dengan lebih intuitif, memperlihatkan konsistensi nilai tinggi pada hampir semua aspek yang dinilai. Pilar eksperimen memperoleh penilaian tertinggi, disusul oleh evaluasi *workshop* dan kepuasan peserta, yang menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis praktik dan komputasi memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan ketertarikan peserta pada materi. Secara umum, pola grafik yang stabil di kisaran nilai 4,5 ke atas memperkuat kesimpulan bahwa *workshop* ini berhasil mencapai tujuannya dan diterima dengan sangat baik oleh peserta.

Gambar 6 Hasil survei terhadap peserta *workshop*.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 | Kesimpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa *workshop* “Mengungkap Fenomena Sains: Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi” berhasil dilaksanakan dengan sangat baik dan memberikan dampak positif yang signifikan bagi peserta, terutama mahasiswa tingkat pertama. Melalui pendekatan terpadu yang menggabungkan teori, eksperimen, dan komputasi, *workshop* ini mampu memperjelas hubungan antara konsep dasar Fisika dan Matematika dengan aplikasi nyata pada sistem kontrol, sistem otonom dan robotika. Peta jalan yang disajikan serta demonstrasi langsung menggunakan robot manipulator, *mobile robot*, dan USV memperkuat pemahaman peserta tentang bagaimana teori digunakan dalam pemodelan, analisis, dan desain sistem. Hasil survei menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi pada seluruh aspek, termasuk penyampaian materi, kualitas eksperimen, pendampingan fasilitator, serta manfaat yang dirasakan peserta dalam memahami keterkaitan teori dan praktik. Peserta juga menunjukkan peningkatan motivasi untuk terlibat dalam penelitian atau kegiatan berbasis komputasi di masa mendatang.

Meskipun kegiatan ini telah berjalan dengan efektif, terdapat beberapa saran untuk penyempurnaan pelaksanaan ke depan. Pertama, durasi *workshop* dapat diperluas atau dibagi menjadi beberapa sesi bertahap sehingga peserta memiliki waktu lebih panjang untuk mendalami materi dan melakukan eksplorasi mandiri. Kedua, materi komputasi dapat dikembangkan lebih lanjut dengan memberikan modul lanjutan yang mencakup studi kasus aplikasi sistem kontrol modern dan simulasi yang lebih kompleks. Ketiga, kolaborasi dengan laboratorium atau institusi lain dapat dipertimbangkan untuk memperluas cakupan peserta serta meningkatkan keberagaman perangkat yang dapat didemonstrasikan. Terakhir, sistem evaluasi dapat diperluas dengan mengukur dampak jangka panjang terhadap capaian akademik mahasiswa setelah mengikuti *workshop*, sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terus disempurnakan dan memberikan kontribusi yang lebih besar pada penguatan pilar sains fundamental.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan pendanaan melalui skema Dana Departemen Teknik Elektro, Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITS, sesuai perjanjian Nomor: 1781/PKS/ITS/2020. Kegiatan pengabdian ini terlaksana dengan dukungan penuh dan partisipasi asisten dan dosen Laboratorium Sistem dan Sibernetika. Tim pengabdian tidak lupa mengucapkan terima kasih atas partisipasi mahasiswa peserta mata kuliah EE234302 Probabilitas & Statistik Kelas E, EE234632 Komputasi Sistem Linear kelas A, EE234799 Penulisan Ilmiah kelas E, serta EE234631 Lab. Kontrol Digital dan Otomasi kelas A pada Semester Gasal 2025-2026.

Referensi

1. Apeh O, Mathematics Anxiety as a Predictor of Academic Performance among Science Education Students of Federal University of Technology Minna; 2021. <http://irepo.futminna.edu.ng:8080/jspui/handle/123456789/22344>.
2. Mutodi P, Ngirande H. The influence of students' perceptions on mathematics performance. A case of a selected high school in South Africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences* 2014;5(3):431–445.
3. Richardson FC, Suinn RM. The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology* 1972;19(6):551–554.
4. Wing JM. Computational thinking. *Communications of the ACM* 2006;49(3):33–35. Accessed: 2025-12-01.
5. Wieman C, Perkins K. Transforming Physics Education: By using the tools of physics in their teaching, instructors can move students from mindless memorization to understanding and appreciation. *Physics Today* 2005;58(11):36–41.
6. Prince MJ, Felder RM. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. *Journal of Engineering Education* 2006;95(2):123–138. Accessed: 2025-12-01.
7. Young HD, Freedman RA. *University Physics with Modern Physics*; 2019. Accessed: 2025-12-01. Available from Academia.edu.

8. Ogata K. *Modern Control Engineering*. 5th ed. Pearson; 2009.
9. Dorf RC, Bishop RH. *Modern Control Systems*. Pearson; 2017.
10. Aditya J, Olds BM. *Cambridge Handbook of Engineering Education Research*. Cambridge University Press; 2014.
11. Hmelo-Silver CE, Duncan RG, Chinn CA. Scaffolding and Achievement in Problem-Based and Inquiry Learning: A Response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist* 2007;42(2):99–107.
12. Bilfaqih Y, Aisjah AS, Widiyastuti. *Model Pembelajaran Laboratory based Education*. Surabaya: ITS Press; 2016.
13. Bilfaqih Y, Sahal M, Hidayat Z, Gamayanti N, Mileanasari F. Upaya Mendukung Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi melalui Penyelenggaraan Seri Workshop Bidang Sistem Otonom. *Sewagati* 2024;8(6):2297–2310.
14. Bilfaqih Y, Sahal M, Hidayat Z, Gamayanti N, Mileanasari F. Upaya Mendukung Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi melalui Penyelenggaraan Seri Workshop Bidang Sistem Otonom. *Sewagati* 2024;8(6):2297–2310. Accessed: 2025-12-01.
15. Bilfaqih Y, Sahal M, Hidayat Z, Gamayanti N, Alkaff A, Mileanasari F, et al. Penguatan Pilar Sains Melalui Komputasi dan Virtualisasi Eksperimen Sistem Kontrol untuk Pembelajaran Eksperiensial. *Sewagati* 2025;9(3):815–827. Accessed: 2025-12-01.

Cara mengutip artikel ini: Bilfaqih, Y., Gamayanti, N., Sahal, M., Hidayat, Z., Suyanto, Arifin, S., Mileanasari, F., Alkaff, A., (2026), Membawa Teori ke Aplikasi Menggunakan Komputasi sebagai Pilar Sains dalam Pembelajaran Sains Fundamental, *Sewagati*, 10(2):382–393, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i2.9023>.