

NASKAH ORISINAL

Upaya Mendukung Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi melalui Penyelenggaraan Seri *Workshop* Bidang Sistem Otonom

Yusuf Bilfaqih | Mochammad Sahal | Zulkifli Hidayat | Nurlita Gamayanti | Fadhilah Mileanasari*

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

Korespondensi

*Fadhilah Mileanasari, Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: mileanasari@its.ac.id

Alamat

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

Abstrak

Sistem otonom merupakan sistem yang beroperasi tanpa campur tangan manusia dengan memanfaatkan kecerdasan buatan. Perkembangan sistem otonom sangat pesat pada beberapa dekade terakhir dimana negara kita cukup tertinggal. Oleh karena itu, menjadi kewajiban bagi kalangan akademisi untuk mengejar ketertinggalan tersebut melalui program tridharma perguruan tinggi, meliputi kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Program pengabdian ini menawarkan suatu pendekatan dalam upaya mendukung kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian melalui penyelenggaraan seri *workshop* terkait topik sistem otonom. Untuk mengejar ketertinggalan tersebut, kegiatan utama program pengabdian ini berupa seri *workshop* dengan topik *Sensor Fusion* dan topik Pemodelan, Pemanduan dan Pengendalian *Unmanned Surface Vehicles (USV)*. *Workshop* diikuti oleh dosen dan mahasiswa yang berasal dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) dan perguruan tinggi di Jawa Timur serta kalangan industri, antara lain dari PT Infoglobal. Kajian terhadap hasil survei menunjukkan lebih dari 95% dari 141 peserta yang mengisi kuesioner, dari total 159 peserta yang mengikuti *workshop*, menilai *workshop* telah dijalankan dengan baik atau memuaskan. *Workshop* ini telah membekali peserta dengan kemampuan teoritis dan praktis untuk mengintegrasikan data yang berasal dari multisensor, pemodelan, pemanduan serta pengendalian sistem otonom. Kemampuan ini mendukung proses belajar-mengajar, penelitian, dan pemanfaatan/ pengabdian yang dilaksanakan oleh mahasiswa, dosen dan kalangan industri. Kegiatan pengabdian ini menunjukkan keberhasilan mendukung kegiatan penelitian dan pendidikan di laboratorium Sistem dan Sibernetika hingga menghasilkan luaran berupa dua modul *workshop*, sebuah buku diterbitkan, enam sertifikat HKI dan sebuah naskah yang dipublikasikan.

Kata Kunci:

Pendidikan, Penelitian, Pengabdian, *Sensor Fusion*, Sistem Otonom, USV.

1 | PENDAHULUAN

Pada Permenristekdikti No. 44 Tahun 2015 Pasal 2 Ayat 2 dinyatakan “Standar Nasional Pendidikan, Standar Nasional Penelitian, dan Standar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan satu kesatuan yang tidak terpisahkan dalam pelaksanaan tridharma perguruan tinggi.” Program pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat hendaknya dilaksanakan secara terpadu sebagai upaya sadar yang terprogram dengan baik. Pada Pasal 14 Ayat 6 s.d. 9 ditegaskan bahwa pembelajaran mencakup program pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Penelitian dan pengabdian merupakan bentuk pembelajaran yang wajib dilaksanakan oleh dosen dan mahasiswa.

Kegiatan pengabdian ini berupaya mendukung kegiatan tridharma dengan menyelenggarakan seri *workshop* pada bidang sistem otonom. Sistem otonom merupakan sistem yang beroperasi tanpa campur tangan manusia dengan memanfaatkan kecerdasan buatan, yang merupakan fitur penting dari revolusi industri keempat. Sistem otonom meliputi kendaraan otonom, robot otonom, serta perangkat-perangkat otonom yang membantu bahkan menggantikan peran manusia dalam proses industri, sistem pertahanan hingga kebutuhan rumah tangga. Topik ini diambil mempertimbangkan keterkaitannya dengan mata kuliah yang diampu laboratorium Sistem dan Sibernetika, penelitian sedang dilaksanakan, serta rencana untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat dalam pemanfaatan sistem otonom. Jadi, urgensi kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah mendukung kegiatan tridharma di bidang sistem otonom melalui penyelenggaraan seri *workshop* di bidang sistem otonom. Meningkatnya kegiatan tridharma di bidang sistem otonom, secara tidak langsung membantu untuk mengejar ketertinggalan bangsa Indonesia dalam penguasaan teori dan aplikasi keilmuan di bidang sistem otonom.

Pembahasan pada makalah ini diorganisasikan dengan sistematika berikut. Bab 1 ini membahas latar belakang, tujuan, manfaat serta target dan capaian luaran kegiatan pengabdian. Pada Bab 2 dibahas tinjauan pustaka terkait sistem otonom dan sistem pembelajaran LBE yang memadukan kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian. Bab 3 membahas metode kegiatan yang meliputi strategi, rencana kegiatan, dan rencana keberlanjutan program. Selanjutnya, Bab 4 membahas hasil dan diskusi, kemudian diakhiri dengan menarik kesimpulan dan saran yang disajikan pada Bab 5.

1.1 | Latar Belakang

Meskipun telah ada diskusi tentang manfaat dan risiko sistem otonom tertentu, masih banyak yang perlu diketahui tentang penerimaan pengguna terhadap sistem ini. Reaksi publik, terutama mengenai teknologi baru, dapat membantu para pembuat kebijakan lebih memahami perspektif dan kebutuhan masyarakat, dan melibatkan mereka dalam pengambilan keputusan untuk tata kelola dan regulasi sistem otonom. Pande dkk telah meneliti faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan sistem otonom oleh publik di Singapura, yang merupakan pelopor dalam adopsi sistem otonom^[1]. Pande dkk. (2024) memodifikasi *Unified Technology Adoption and Use Theory* (UTAUT) dengan memperkenalkan peran pemerintah dan risiko yang dirasakan dalam penggunaan sistem. Mereka menemukan bahwa ekspektasi kinerja, ekspektasi upaya, pengaruh sosial, dan kepercayaan pada pemerintah untuk mengatur sistem otonom berdampak signifikan dan positif terhadap niat perilaku untuk menggunakan sistem otonom.

Pada tahun 2019, *Malaysia Automotive Robotics and IoT Institute* (MARii) mengumumkan inisiatif bernama *Autonomous Vehicle Test Bed* (AVTB) mengenai pengembangan serta uji coba beragam teknologi terkait sistem transportasi tanpa sopir, dengan tujuan mengetahui kecocokannya dengan infrastruktur maupun lingkungan di Malaysia. Pada tahun 2023, mereka mengumumkan pula rencana pembangunan *Autonomous Vehicle R&D Center and Testbed* di Cyberjaya. Fasilitas ini akan saling melengkapi dengan fasilitas lain bernama *EV Interoperability Center* (EVIC) yang memiliki misi riset dan pengembangan segala macam infrastruktur pendukung bagi kendaraan listrik^[2].

Pada sisi lain, kebijakan Indonesia mengenai sistem transportasi otonom, belum banyak disinggung oleh pemerintah. Presiden Indonesia baru beberapa kali menyinggung soal topik ini, di antaranya soal rencana Ibu Kota baru menggunakan sistem transportasi otonom. Dalam Webinar “*Building an Integrated, Intelligent, and Sustainable Transport System in the New Capital of Nusantara*”, kepala otorita Ibu Kota Nusantara (IKN) menyatakan bahwa “Pada tahun 2045, infrastruktur transportasi pintar yang ada di kota ini mulai dari mobilitas udara lanjutan, kendaraan otonom, *drone*, dan robotika untuk meningkatkan sistem logistik”^[3].

Jadi, sistem otonom menjadi tren yang berkembang sangat cepat pada beberapa dekade terakhir. Kemampuan otonom diterapkan pada sistem transportasi^[4], *unmanned surface vehicles*^{[5][6]}, *unmanned aerial vehicles*^[7], *underwater vehicles*, *missiles*^[8] dan persenjataan^[9], robot dan berbagai teknologi terkini^[10]. Hal ini tentunya menuntut pengembangan juga pada program pendidikan, penelitian, dan pengabdian di lingkungan akademisi maupun non-akademisi. Beberapa program studi di beberapa perguruan tinggi telah memasukkan topik sistem otonom ini ke dalam kurikulumnya. Dalam hal kemajuan iptek di bidang sistem otonom ini kita sangat tertinggal, secara praktis maupun teoritis. Untuk itu, menjadi kewajiban bagi kalangan akademisi untuk mengejar ketertinggalan tersebut melalui program tridharma, meliputi kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Program pengabdian ini menawarkan suatu pendekatan yang memadukan kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian yang secara spesifik terkait topik sistem otonom, khususnya teknik integrasi data multisensor. Teknik integrasi data multisensor sangat diperlukan sistem otonom untuk memperoleh persepsi terhadap lingkungan internal dan eksternalnya.

Kegiatan utama program pengabdian ini berupa seri *workshop* dengan dua topik utama *Sensor Fusion* dan topik Pemodelan, Pemanduan, dan Pengendalian USV, dengan peserta kalangan akademisi mahasiswa dan dosen serta kalangan industri yang berkecimpung dalam riset dan pengembangan sistem otonom. *Workshop* ini akan membekali pendidik dan peserta didik, peneliti dan praktisi pengembang, dengan kemampuan teoritis dan praktis terkait keilmuan sistem otonom. Kemampuan ini diharapkan dapat mendukung proses belajar-mengajar, penelitian, dan pemanfaatan/ pengabdian yang dilaksanakan oleh mahasiswa, dosen dan kalangan industri.

1.2 | Tujuan dan Manfaat Kegiatan

Tujuan dari program ini adalah melaksanakan pengabdian sivitas akademika ITS kepada masyarakat di lingkungan akademisi maupun non-akademisi, khususnya mitra industri, berupa kegiatan seri *workshop* di bidang sistem otonom. Kegiatan ini akan memberikan manfaat dalam mendukung kegiatan tridharma bagi peserta *workshop* maupun penyelenggara *workshop*. Pada ranah penelitian, seri *workshop* ini membantu meningkatkan kualitas dan kuantitas penelitian pada bidang sistem otonom melalui penguasaan teknik integrasi data multisensor, pemodelan, pemanduan, dan pengendalian sistem otonom. Pada ranah pendidikan, kegiatan seri *workshop* ini dapat memperkaya materi kuliah dan meningkatkan penguasaan teknik integrasi data multisensor dan teknik-teknik yang dibutuhkan untuk pengembangan sistem otonom. Di samping itu, pada ranah pengabdian sendiri, kegiatan ini dapat mendorong pengembangan dan pemanfaatan sistem otonom dan produk berbasis integrasi data multisensor pada berbagai bidang di industri dan mata pencaharian masyarakat pada umumnya.

Tujuan dan manfaat kegiatan pengabdian kepada masyarakat tersebut di atas akan memberikan dampak peningkatan dan keberlanjutan kegiatan penelitian, pendidikan dan pengabdian secara lebih baik, efisien dan efektif, baik di lingkungan akademisi maupun non-akademisi. Hal ini, secara langsung maupun tidak langsung membantu untuk mengejar ketertinggalan bangsa Indonesia dalam penguasaan teori dan aplikasi sistem otonom.

1.3 | Target dan Capaian Luaran

Target utama adalah capaian pembelajaran peserta *workshop*, setelah menyelesaikan *workshop Sensor Fusion* peserta mampu untuk mengintegrasikan data yang berasal dari multisensor untuk mendapatkan persepsi terhadap lingkungan internal dan eksternal sistem otonom. Sedangkan setelah menyelesaikan *workshop Pemodelan, Pemanduan dan Pengendalian USV*, peserta mampu memodelkan, memandu dan mengendalikan *plant* sistem otonom, khususnya *unmanned surface vehicles* (USV).

Peserta *workshop* adalah kalangan akademisi dan kalangan industri terkait riset dan pengembangan sistem otonom beserta teknik-teknik integrasi data multisensor.

Program pengabdian ini menghasilkan luaran dua modul *workshop*, modul *Sensor Fusion* dan modul *workshop Pemodelan, Pemanduan dan Pengendalian Unmanned Surface Vehicles*, publikasi pada jurnal pengabdian kepada masyarakat serta sebuah buku diterbitkan dengan judul *Sensor Fusion*^[11]. Pada Tabel 1 disajikan capaian luaran wajib dan tambahan selengkapnyanya.

Tabel 1 Capaian Luaran Wajib dan Tambahan

No	Luaran	Keterangan
1.	Modul Bahan Presentasi <i>Workshop Sensor Fusion</i>	HKI: EC002024241386
2.	Modul Bahan Presentasi <i>Workshop USV</i>	HKI: EC002024241443
3.	Buku <i>Sensor Fusion</i>	HKI: EC002024195388; ISBN: 978-623-02-9315-3
4.	Artikel Sewagati	Upaya Mendukung Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi Melalui Penyelenggaraan Seri <i>Workshop</i> Bidang Sistem Otonom
5.	Poster <i>Sensor Fusion</i>	HKI: EC002024244321
6.	Poster Perancangan & Pembuatan Kapal Nirawak	HKI: EC002024244322
7.	<i>X-Banner</i> USV LSS-01	HKI: EC002024244312
8.	Berita di media massa	https://www.its.ac.id/news/2024/10/22/kkn-abmas-its-ajak-generasi-muda-cerdas-teknologi-usv/
9.	Video	https://www.youtube.com/watch?v=QrHuQ_C7D6c

2 | TINJAUAN PUSTAKA

Untuk memadukan dan menyinergikan kegiatan pengabdian ini dengan kegiatan pendidikan dan penelitian, dibutuhkan untuk meletakkan ketiga kegiatan tersebut dalam ruang lingkup yang sama, dan strategi yang memanfaatkan lingkaran pengaruh ketiga kegiatan melalui pengelolaan yang tepat. Berikut dijelaskan ruang lingkup kegiatan dan strateginya dengan pendekatan sistem pembelajaran *laboratory based education* (LBE).

2.1 | Sistem Otonom

Sistem otonom memiliki dua komponen utama: sensor yang mengukur dan mengumpulkan data dari lingkungan (*measurement*) dan perangkat pengendali (*control*) yang mengambil keputusan berdasarkan data tersebut^[12]. Komponen ini bekerja secara sinergis untuk memungkinkan sistem beradaptasi dengan berbagai kondisi, baik dalam konteks pengambilan keputusan maupun perencanaan tindakan (*guidance*). Sistem otonom mengandalkan algoritma kecerdasan buatan dan teknik pembelajaran mesin untuk meningkatkan kinerjanya.

Pembelajaran mesin memungkinkan sistem otonom untuk belajar dari pengalaman dan mengoptimalkan strategi pengambilan keputusan seiring waktu^[13]. Proses ini sangat penting dalam aplikasi-aplikasi seperti kendaraan otonom, yang harus dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi jalan dan situasi lalu lintas yang kompleks (*environment*). Pada kendaraan otonom, misalnya, kendaraan ini dilengkapi dengan berbagai sensor seperti radar, lidar, dan kamera untuk mendeteksi objek di sekitar dan memprediksi perilaku (*perception*) objek tersebut^[14]. Kendaraan otonom dapat mengambil keputusan terkait kecepatan, jalur, dan penghindaran rintangan secara mandiri, tanpa perlu campur tangan pengemudi manusia.

Berdasar konsep yang telah berkembang, sistem otonom dapat diurai, diorganisasikan dan diintegrasikan sebagai satu arsitektur sistem sebagaimana diilustrasikan pada Gambar (1). Pada arsitektur ini, sistem otonom dibangun atas enam sub sistem, yaitu: sistem otonom dan lingkungannya (*environment*), sistem pengukuran (*measurement*), sistem persepsi (*perception*), sistem pemanduan (*guidance*), sistem kontrol dan sistem aktuator.

Pada kegiatan pengabdian ini, arsitektur sistem otonom di atas menjadi ruang lingkup dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat, kegiatan penelitian, dan kegiatan pendidikan yang bersinergi dan terpadu dalam ruang lingkup bidang sistem otonom tersebut.

2.2 | Sistem Pembelajaran *Laboratory based Education*

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini direncanakan dan dilaksanakan dalam kerangka model LBE. Tujuan sistem pembelajaran *laboratory based education* (LBE) adalah memadukan kegiatan pendidikan, kegiatan penelitian dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sebagai bentuk pembelajaran di laboratorium. Hal yang mendasar untuk dapat mencapai tujuan tersebut

1. Environment	2. Measurement	3. Perception	4. Guidance	5. Control	6. Actuator
<input type="checkbox"/> 1.1 Autonomous Systems	<input type="checkbox"/> 2.1 GPS	<input type="checkbox"/> 3.1 Localization	<input type="checkbox"/> 4.1 Waypoint guid.	<input type="checkbox"/> 5.1 Cruise Control	<input type="checkbox"/> 6.1 Steering System
<input type="checkbox"/> 1.2 Object	<input type="checkbox"/> 2.2 IMU	<input type="checkbox"/> 3.2 Lane Detection	<input type="checkbox"/> 4.2 Master guid.	<input type="checkbox"/> 5.2 Waypoint Foll.	<input type="checkbox"/> 6.2 Brake System
<input type="checkbox"/> 1.3 Obstacle	<input type="checkbox"/> 2.3 Tachometer	<input type="checkbox"/> 3.3 Sign Recogn.	<input type="checkbox"/> 4.3 Obstacle avoid.	<input type="checkbox"/> 5.3 Trajectory Track.	<input type="checkbox"/> 6.3 Throttle System
<input type="checkbox"/> 1.4 Road	<input type="checkbox"/> 2.4 Odometer	<input type="checkbox"/> 3.4 Object Detect.	<input type="checkbox"/> 4.4 Collision avoid.	<input type="checkbox"/> 5.4 Emerg. Braking	<input type="checkbox"/> 6.4 Motor System
<input type="checkbox"/> 1.5 Terrain	<input type="checkbox"/> 2.5 Altimeter	<input type="checkbox"/> 3.4 Object Classif.	<input type="checkbox"/> 4.5 Patrol	<input type="checkbox"/> 5.5 Power Manag.	<input type="checkbox"/> 6.5 Electric System
<input type="checkbox"/> 1.6 Surface	<input type="checkbox"/> 2.6 3D Camera	<input type="checkbox"/> 3.5 Object Tracking	<input type="checkbox"/> 4.6 Surveillance		<input type="checkbox"/> 6.6 Comm. System
<input type="checkbox"/> 1.7 Underwater	<input type="checkbox"/> 2.7 IR Camera	<input type="checkbox"/> 3.6 Env. Mapping	<input type="checkbox"/> 4.7 Self-parking		
<input type="checkbox"/> 1.8 Aerial	<input type="checkbox"/> 2.8 Radar	<input type="checkbox"/> 3.7 Free-space Det.	<input type="checkbox"/> 4.8 Take off		
<input type="checkbox"/> 1.9 Free-space	<input type="checkbox"/> 2.9 Lidar		<input type="checkbox"/> 4.9 Landing		
	<input type="checkbox"/> 2.10 Ultrasonic		<input type="checkbox"/> 4.10 Night mode		
	<input type="checkbox"/> 2.11 Thermistor				
	<input type="checkbox"/> 2.12 SoC Meter				

Gambar 1 Arsitektur sistem otonom.

adalah pengembangan kurikulum dan silabus untuk mewujudkan sinergi antara kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian sebagai bentuk pembelajaran. Secara desain, bagaimana agar program pendidikan berpengaruh positif terhadap program penelitian dan pengabdian, bagaimana program penelitian berpengaruh positif terhadap program pendidikan dan pengabdian, serta bagaimana agar program pengabdian berpengaruh positif terhadap program pendidikan dan penelitian. Desain kurikulum dan silabus pembelajaran diharapkan dapat mewujudkan lingkaran pengaruh tridharma sebagai umpan balik positif yang saling menguatkan sehingga menghasilkan capaian pembelajaran yang jauh lebih baik. Untuk implementasinya, diperlukan strategi pemanfaatan TIK yang mampu mengelola sistem pembelajaran LBE melalui interaksi untuk menghasilkan sinergi antara proses pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.

Melalui pendekatan model LBE, kita dapat menghubungkan variabel *output* kegiatan pengabdian menjadi *input* kegiatan pendidikan dan penelitian atau sebaliknya bagaimana output kegiatan pendidikan dan penelitian dapat dimanfaatkan dalam kegiatan pengabdian^[15]. Demikian pula, melalui pendekatan ini kita dapat menyediakan dan menciptakan relasi antara variabel-variabel kegiatan pendidikan dan penelitian dengan kegiatan pengabdian, serta relasi antar variabel kegiatan pengabdian dengan kegiatan pendidikan dan penelitian. Konsep dan strategi ini diilustrasikan pada Gambar (2).

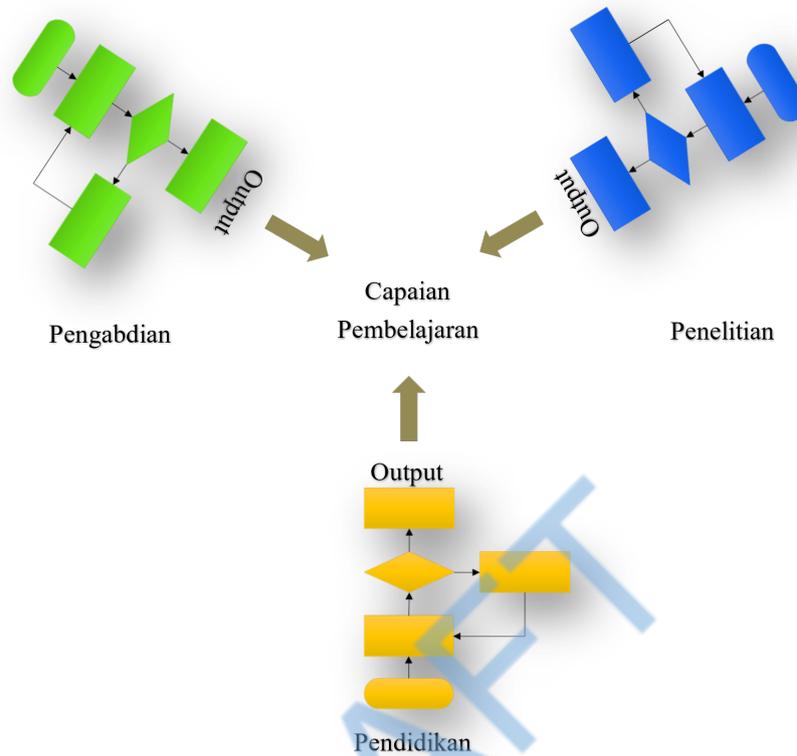
3 | METODE KEGIATAN

Metode untuk menjamin kelancaran dan keberhasilan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat di sekitar ITS ini meliputi pembentukan lingkaran pengaruh kegiatan tridharma dalam satu bidang sistem otonom, kemudian mengorganisasikan kegiatan ke dalam kerangka model kerja *laboratory based education* (LBE).

3.1 | Strategi

Pada tahun 2023 lalu, laboratorium Sistem dan Sibernetika mengelola kegiatan tridharma yang utama dalam lingkup komputasi. Hal ini mempertimbangkan mata kuliah EE184623 Komputasi Sistem Linier yang diampu dan upaya mengembangkan pembelajaran berbasis komputasi sebagai salah satu pilar sains^[16].

Kegiatan tridharma pada tahun 2023 antara lain menghasilkan luaran dua buku diterbitkan, yang pertama dengan judul *Keanandalan Sistem: Pendekatan Algoritmis dengan MATLAB*^[17], buku kedua dengan judul *Sinyal dan Sistem: Analisis, Komputasi dan Simulasi*^[18]. Selain itu, dalam aspek penelitian, menghasilkan luaran artikel terkait komputasi dengan judul *Time-dependent reliability computation of system with multistate components*^[19].



Gambar 2 Konsep dan strategi memadukan kegiatan tridharma perguruan tinggi.

Pada kegiatan pengabdian tahun 2024 ini, secara khusus dibentuk lingkaran pengaruh antara kegiatan pengabdian, penelitian dan pendidikan melalui kata kunci sistem otonom. Seri *workshop* yang diselenggarakan sebagai bentuk kegiatan pengabdian ini diupayakan untuk mendukung kegiatan Pendidikan berupa pembelajaran mata kuliah, kegiatan Penelitian, serta mendukung kelanjutan kegiatan Pengabdian yang disajikan pada Tabel 2 .

Tabel 2 Kegiatan Tridharma dalam Ruang Lingkup Sistem Otonom di Lab Sistem dan Sibernetika

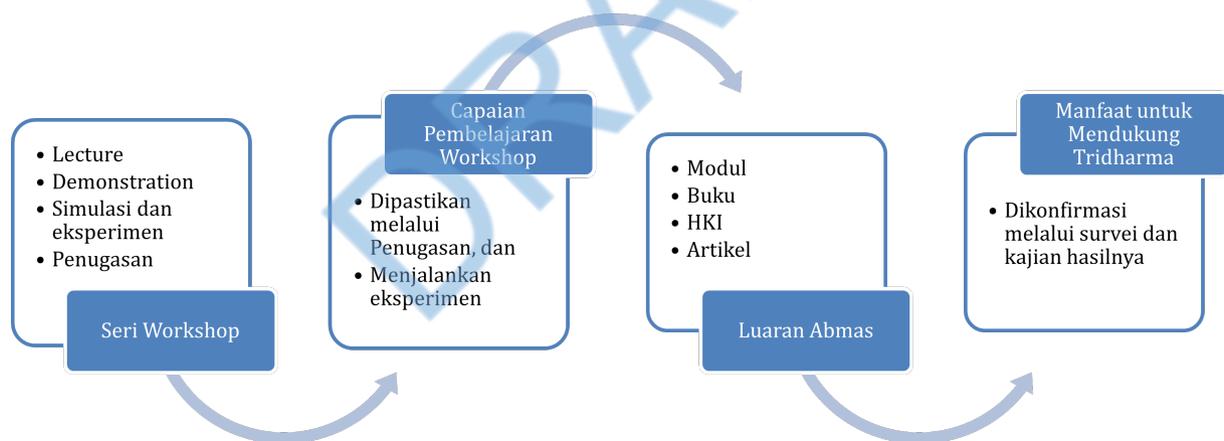
Pendidikan	Penelitian	Pengabdian
EE234741 Sistem Otonom	Integrasi Data Multisensor untuk Pengukuran Posisi dan Navigasi Kendaraan Otonom (2023)	Seri <i>Workshop</i> Sistem Otonom (2024)
EE235122 Persepsi & Navigasi Kendaraan Otonom	Integrasi Data Multisensor berbasis Transformasi <i>Frame</i> (2024)	Pemanfaatan Sistem Navigasi untuk Nelayan
EE234631 Lab. Kontrol Digital dan Otomasi	Implementasi Sistem Pemanduan dan Pengendalian pada USV (2024)	Pemanfaatan Sistem Otonom

Pada strategi ini, kegiatan pengabdian, penelitian dan pendidikan di Laboratorium Sistem dan Sibernetika ini seolah disusun dalam lingkaran pengaruh, sedangkan seri *workshop* sebagai pendukung dan penggerak lingkaran pengaruh tersebut untuk saling menguatkan, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar (3). Informasi lengkap kegiatan tridharma terkait dapat dilihat pada laman ini^[20].



Gambar 3 Strategi seri *workshop* untuk mendukung kegiatan tridharma pada bidang sistem otonom.

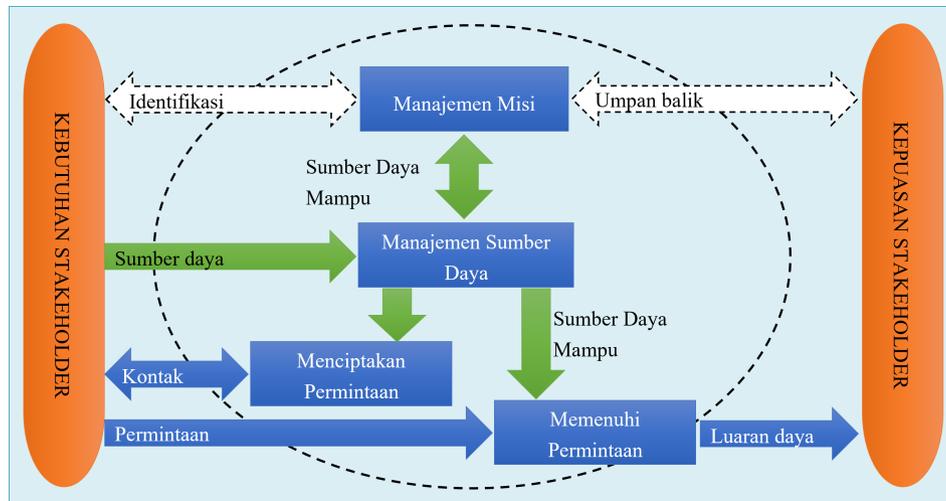
Untuk menjamin keberhasilan kegiatan seri *workshop* dan kegiatan pengabdian secara menyeluruh, diterapkan langkah strategis sebagaimana ditunjukkan pada Gambar (4).



Gambar 4 Strategi pemenuhan capaian, luaran dan manfaat kegiatan pengabdian.

Penyelenggaraan seri *workshop* secara metodik, pemenuhan capaian pembelajaran peserta *workshop* dikonfirmasi melalui kemampuan dan keberhasilan melakukan simulasi, eksperimen, dan menyelesaikan penugasan. Luaran kegiatan pengabdian dikonfirmasi melalui ketersediaan dan sertifikasi modul, buku, artikel, video, serta berita di media massa. Bagaimana seri *workshop* memberi dukungan terhadap kegiatan tridharma dapat dikonfirmasi melalui ketersediaan luaran buku sebagai pendukung kegiatan pendidikan dan penelitian, artikel jurnal dapat mendukung kegiatan penelitian terkait, modul, poster dan kelengkapan lainnya dapat mendukung kegiatan pengabdian selanjutnya.

Di samping itu, untuk menangkap dan mengonfirmasi langsung dari peserta *workshop* telah dilaksanakan survei dan kajian hasilnya. Untuk mengelola persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi program pengabdian kepada masyarakat ini melalui pendekatan sistem dari proses dalam kerangka kerja LBE. Hal ini diilustrasikan pada Gambar (5).



Gambar 5 Strategi pemenuhan capaian, luaran dan manfaat kegiatan pengabdian.

Sederhananya, hanya ada empat proses dalam seluruh organisasi, termasuk laboratorium sebagai organisasi^[15], yaitu:

1. Manajemen Misi
2. Menciptakan Permintaan
3. Pemenuhan Permintaan
4. Manajemen Sumber Daya

Model ini menampilkan beberapa fitur penting sebagai berikut:

1. Pihak pemangku kepentingan (*stakeholders*) dimaksudkan sebagai pihak-pihak yang berkontribusi terhadap lab dengan menciptakan/meningkatkan kapasitas dan sebagai imbalannya berbagi keuntungan dan juga berbagi risiko.
2. Lab memuaskan pelanggan dengan memenuhi permintaan mereka, sehingga perlu Proses Pemenuhan Permintaan.
3. Untuk permintaan yang harus dipenuhi tentunya harus dibuat terlebih dahulu dan oleh karena itu akan ada Proses Penciptaan Permintaan.
4. Kedua proses ini membutuhkan sumber daya dan karena itu akan ada Proses Manajemen Sumber Daya yang menjamin kesediaan sumber daya yang dibutuhkan oleh Proses Penciptaan dan Proses Pemenuhan Permintaan.
5. Ketiga proses harus dirancang dan dikelola sedemikian rupa sehingga memungkinkan lab untuk memenuhi tujuannya atau apa yang biasa kita sebut sebagai misi, oleh karena itu ada kebutuhan adanya Proses Manajemen Misi.
6. Keberhasilan tergantung pada bagaimana memahami kebutuhan dan harapan *stakeholder* dan bagaimana merespons kekhawatiran mereka, karena itu perlu Proses Manajemen Misi untuk mengumpulkan informasi dan umpan balik, menganalisis dan melakukan perubahan yang diperlukan pada semua proses untuk mempertahankan keberhasilan.

Dalam siklus ini, misi dicapai oleh laboratorium dengan memberikan hasil yang dapat menyenangkan *stakeholder*, *stakeholder* yang menyampaikan permintaan yang membentuk misi laboratorium, hal ini berjalan melalui siklus yang berkelanjutan.

3.2 | Rencana Kegiatan

Rencana kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diletakkan ke dalam model organisasi sehingga membentuk kerangka kerja yang disajikan pada Tabel 3 . Pada kolom terakhir Tabel 3 sudah terdefinisi tugas/ pekerjaan yang diperlukan dalam penyelenggaraan *workshop*. Dengan mengacu pada definisi tugas ini, tim pengabdian diorganisasikan untuk bekerja sama dengan

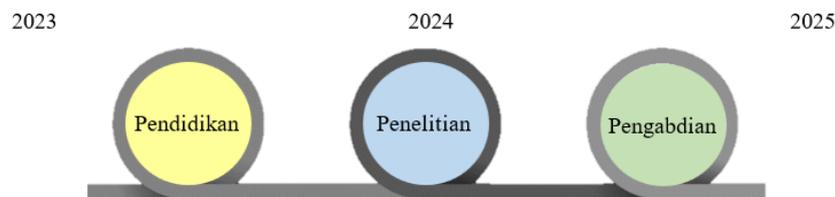
menjalankan tugas dan fungsinya masing-masing untuk mencapai tujuan dan memenuhi capaian pembelajaran sebagaimana ditetapkan pada Subbab 1.3.

Tabel 3 Rencana Kegiatan dalam Kerangka Model Kerja LBE

No	Proses Bisnis	Kontribusi	Tugas/ Pekerjaan
1.	Manajemen Misi	Untuk menentukan tujuan dan mendorong agar tujuan tercapai	Memahami kebutuhan/ permintaan <i>workshop</i> Mengembangkan strategi Mengelola perbaikan dan perubahan Mengelola hubungan eksternal
2.	Penciptaan Permintaan	Untuk membuat permintaan	Merencanakan produk dan layanan pengabdian Merencanakan produk dan layanan pendidikan Merencanakan produk dan layanan penelitian
3.	Pemenuhan Permintaan	Untuk memenuhi permintaan dengan melaksanakan kegiatan pengabdian	Merencanakan <i>workshop</i> Menyiapkan <i>workshop</i> Melaksanakan <i>workshop</i> Mengevaluasi <i>workshop</i>
4.	Manajemen Sumber Daya	Untuk menyediakan sumber daya yang dibutuhkan kegiatan pengabdian	Menetapkan narasumber Menyiapkan materi <i>workshop</i> Menyiapkan daftar hadir dan kuesioner Membuat spanduk, banner dan sertifikat Mengelola keuangan

3.3 | Rencana Keberlanjutan Program

Program Pengabdian ini tidak terlepas dari komitmen untuk menjalankan LBE di Laboratorium Sistem dan Sibernatika. Dalam kerangka LBE, program pengabdian digerakkan oleh program pendidikan dan penelitian yang telah dijalankan. Begitu pula, program pengabdian yang telah dijalankan ini akan menggerakkan kegiatan pendidikan dan penelitian secara berkelanjutan. Mekanisme LBE ini dapat digambarkan sebagai untaian terbuka sebagai fungsi waktu yang tiada berhenti saling menguatkan dan menggerakkan antar ketiga kegiatan tridharma sebagaimana diilustrasikan pada Gambar (6).



Gambar 6 Strategi pemenuhan capaian, luaran dan manfaat kegiatan pengabdian.

4 | HASIL DAN DISKUSI

Pada Tabel 4 disajikan informasi lengkap kegiatan *workshop* dalam rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Dokumentasi dan kelengkapan lainnya dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian dapat dilihat pada laman Seri *workshop* tentang Sistem Otonom untuk Mendukung Kegiatan Tridharma di Lingkungan Akademisi Perguruan Tinggi dan Mitra Industri^[21].

Tabel 4 Informasi *Workshop*

Informasi	Workshop <i>Sensor Fusion</i>	Workshop USV
Waktu	Sabtu, 22 Juni 2024	Sabtu, 12 Oktober 2024
Tempat	Ruang AJ-201 Departemen Teknik Elektro	Ruang AJ-201 Departemen Teknik Elektro
Narasumber	- Dr. Mochammad Sahal, S.T. M.Sc. - Adrian A. Firmansyah, S.T. M.T.	- Nurlita Gamayanti, S.T. M.T. - Achmad, S.T. M.T. - Muhammad Alifuddin Akbar, S.T - Mohammad Baha'uddin Karim - Fadlan Musaffan Azmi
Metode	<i>Lecture, Demonstration, Simulation & Hands-on experiments, Assignment</i>	<i>Lecture, Demonstration, Simulation & Hands-on experiments, Field experiment, Assignment</i>
Peserta	70 orang	89 orang
Durasi	10 jam	8 jam
Foto Kegiatan	 <p><i>Lecture</i></p>  <p><i>Simulation & hands-on experiment, assignment</i></p>  <p>Foto kebersamaan Workshop <i>Sensor Fusion</i></p>	 <p><i>Lecture by partners</i></p>  <p><i>Field experiment</i></p>  <p>Foto kebersamaan Workshop USV</p>
Peserta dari luar ITS	- Universitas Gajah Mada - Universitas Airlangga - Universitas Muhammadiyah Jember - Universitas Negeri Surabaya - Universitas Nurul Jadid	- Politeknik Elektronika Negeri Surabaya - Politeknik Pelayaran Surabaya - Nisai Global School - Kreasindo Putratama - PT Infoglobal

Kajian terhadap pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini ditangkap melalui penyebaran angket survei yang meliputi empat kategori: materi *workshop*, pemateri *workshop*, fasilitas *workshop* dan manfaat yang didapat oleh peserta *workshop*. Tiap pertanyaan pada keempat kategori dinilai dalam skala Likert 1 sampai dengan 5, pada Tabel 5 diperlihatkan item pertanyaan serta kolom penilaiannya pada kategori manfaat bagi peserta *workshop*. Nilai tengah pada skala penilaian yang digunakan bukanlah nilai netral, melainkan nilai yang condong negatif.

Tabel 5 Angket Survei Penyelenggaraan *Workshop*

No	Manfaat sebagai	Baik sekali(5)	Baik(4)	Kurang baik(3)	Tidak baik(2)	Sangat tidak baik(1)
1.	Meningkatkan kompetensi terkait pekerjaan di industri					
2.	Meningkatkan penguasaan teori dasar dalam penelitian					
3.	Memperkaya materi dalam pembelajaran					
4.	Membantu pemanfaatan dalam pemberdayaan masyarakat					

Item pertanyaan pada kategori yang lain beserta nilai rerata hasil surveinya dapat dilihat pada Tabel 6. Tabel 6 juga menyajikan nilai rerata per kategori. Hasil survei menunjukkan bahwa pada tiap kategori pertanyaan diperoleh nilai pada level antara baik (4) dan sangat baik (5). Nilai rerata tertinggi untuk kategori fasilitas, dengan nilai terendah pada item pertanyaan terkait fasilitas utama *workshop* berupa modul, bahan simulasi dan eksperimen. Hasil penilaian ini dapat dijelaskan dengan fakta bahwa bahan simulasi dan eksperimen membutuhkan spesifikasi komputer yang tinggi sehingga tidak sedikit peserta kesulitan bahkan tidak dapat menjalankan simulasi dan eksperimen. Untuk kategori materi mendapatkan rerata penilaian terendah, baik *workshop Sensor Fusion* ataupun *workshop USV*, terlebih pada item pertanyaan 4 masing-masing mendapat nilai rerata 3,85 dan 4,38. Pertanyaan 4 ini mencerminkan seberapa aplikatif materi yang diberikan bagi peserta. Rendahnya nilai untuk item pertanyaan 4 pada kategori materi ini tidak terlepas dari kenyataan bahwa banyak peserta yang terkendala melakukan simulasi dan eksperimen, meskipun pada akhirnya berhasil dengan dibantu asisten *workshop*, namun tetap menimbulkan persepsi kurang aplikatif. Untuk itu, dalam pelaksanaan berikutnya perlu direncanakan dan dipersiapkan lebih baik terkait materi dalam bentuk modul simulasi dan eksperimen yang lebih mudah dijalankan dan aplikatif.

Tabel 6 Hasil Survei Penyelenggaraan *Workshop* per Kategori Pertanyaan; (a) Materi; (b) Pemateri; (c) Fasilitas; (d) Manfaat

(a)				(b)			
No	Item Pertanyaan: Materi	Fusion	USV	No	Item Pertanyaan: Pemateri	Fusion	USV
1	Kesesuaian materi dengan info workshop	4,65	4,56	1	Penguasaan materi	4,70	4,59
2	Ketepatan sistematika (urutan) materi	4,45	4,56	2	Teknik penyajian materi	4,40	4,49
3	Kesesuaian alokasi waktu materi	4,00	4,32	3	Pemberian motivasi kepada peserta	4,23	4,42
4	Tingkat aplikasi materi	3,85	4,38	4	Kedisiplinan waktu	4,23	4,32
	Rerata:	4,24	4,45	5	Penampilan	4,55	4,51
					Rerata:	4,42	4,47
(c)				(d)			
No	Item Pertanyaan: Fasilitas	Fusion	USV	No	Item Pertanyaan: Manfaat	Fusion	USV
1	Kelengkapan fasilitas workshop (modul, bahan simulasi/ eksperimen, dll)	4,62	4,43	1	Meningkatkan kompetensi terkait pekerjaan di industri	4,37	4,43
2	Kelengkapan fasilitas pendukung (meja, kursi, AC, proyektor, sumber listrik, dll)	4,75	4,58	2	Meningkatkan penguasaan teori dasar dalam penelitian	4,33	4,49
3	Kenyamanan tempat workshop	4,80	4,62	3	Memperkaya materi dalam pembelajaran	4,47	4,51
	Rerata:	4,72	4,54	4	Membantu pemanfaatan dalam pemberdayaan masyarakat.	4,28	4,42
					Rerata:	4,36	4,46

Catatan: - Kolom Fusion menyajikan nilai rerata dari penilaian workshop *Sensor Fusion*
 - Kolom USV menyajikan nilai rerata dari penilaian workshop USV

Bagian utama hasil survei ini ada pada kategori manfaat, *workshop Sensor Fusion* mendapat nilai rerata 4,36, *workshop USV* mendapat nilai rerata 4,46. Nilai untuk keempat item pertanyaan cukup merata. Hasil ini cukup untuk menunjukkan bagaimana seri *workshop* yang dilaksanakan bermanfaat dalam mendukung kegiatan tridharma perguruan tinggi. Penilaian tertinggi didapat pada bagaimana seri *workshop* ini bermanfaat dalam memperkaya materi belajar-mengajar. Sedangkan nilai terendah ada pada item pertanyaan 4 terkait bagaimana membantu penerapan atau aplikasinya dalam pemberdayaan masyarakat. Kondisi ini tentu wajar, oleh karena porsi kegiatan pengabdian tidak sebanyak kegiatan pendidikan dan penelitian. Secara umum, hasil penilaian tersebut di atas menunjukkan penyelenggaraan *workshop* sudah baik dan memuaskan. Nilai yang belum maksimal menandakan peluang perbaikan bagi penyelenggara *workshop*. Perbedaan nilai akan menjadi rujukan bagian mana yang menjadi prioritas perbaikan mutu dalam proses persiapan, pelaksanaan dan evaluasi seri *workshop* mendatang.



Gambar 7 Wujud saling menguatkan antar kegiatan tridharma melalui dukungan seri *workshop*.

Pada akhirnya, telah diperlihatkan bagaimana seri *workshop* dalam bidang sistem otonom dapat mendukung kegiatan tridharma dan bagaimana kegiatan tridharma dapat saling menguatkan sebagaimana disajikan pada Gambar (7). Konsep dan strategi ini dapat diadopsi dan diadaptasi pada berbagai bidang keilmuan atau keahlian yang lain. Dengan demikian, kita dapat mengejar ketertinggalan dalam penguasaan teori dan aplikasi di bidang sistem otonom dan memajukan berbagai bidang lainnya.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil dilaksanakan melalui penyelenggaraan seri *workshop* di bidang sistem otonom beserta kajiannya. Peserta kegiatan *workshop* dapat memenuhi capaian pembelajaran yang telah dikonfirmasi melalui kemampuan peserta *workshop* melakukan simulasi, eksperimen dan menyelesaikan penugasan. Kajian terhadap penyelenggaraan *workshop* menunjukkan manfaat dalam mendukung kegiatan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, baik bagi dosen, mahasiswa, maupun mitra industri. Pada ranah pendidikan, dosen dapat memperkaya materi pembelajaran mata kuliah terkait, sedangkan mahasiswa terbantu meraih capaian pembelajaran mata kuliah terkait. Pada ranah penelitian, baik dosen maupun mahasiswa mengalami penguatan penguasaan teori yang mendasari penelitian pada bidang terkait. Pada ranah pengabdian kepada masyarakat, mampu mendorong pengembangan dan pemanfaatan produk berbasis sistem otonom pada berbagai bidang di industri dan masyarakat pada umumnya. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah menghasilkan luaran wajib dan tambahan melebihi ekspektasi melalui sinergi kegiatan tridharma. Kegiatan pengabdian melalui penyelenggaraan seri *workshop* ini memunculkan dan mendorong sebuah gagasan untuk memadukan atau menciptakan sinergi antara

ketiga proses tridharma perguruan tinggi. Adopsi dan adaptasi strategi semacam ini dapat membantu peningkatan penguasaan berbagai teori dan aplikasi keilmuan, tidak hanya bidang sistem otonom. Hal ini membantu untuk mengejar ketertinggalan dalam penguasaan teori dan aplikasi di bidang sistem otonom dan memajukan berbagai bidang lainnya.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian kepada masyarakat ini didanai melalui skema Dana Departemen Teknik Elektro Tahun 2024, Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat ITS, sesuai perjanjian Nomor: 2200/PKS/ITS/2024. Kegiatan ini didukung penuh oleh asisten dan dosen Laboratorium Sistem dan Sibernetika serta kerja sama dengan PT Infoglobal.

Referensi

1. Pande D, Taeihagh A. A governance perspective on user acceptance of autonomous systems in Singapore. *Technology in Society* 2024;77:102580.
2. Akbar I, Indonesia Tertinggal, Malaysia Sudah Izinkan Tes Mobil Otonom di Jalan Raya; 2023. <https://www.mobil123.com/berita/indonesia-tertinggal-malaysia-sudah-izinkan-tes-mobil-otonom-di-jalan-raya/61764>, diakses pada Mei 2023.
3. com K, 30 Tahun Lagi, Kendaraan Otonom, Drone, dan Robot Lalu Lalang di IKN; 2024. <https://ikn.kompas.com/read/2024/04/25/190000187/30-tahun-lagi-kendaraan-otonom-drone-dan-robot-lalu-lalang-di-ikn>, diakses pada Agustus 2024.
4. Sahal M, Hidayat Z, Bilfaqih Y, Hady MA, Tampubolon YMH. Smart Traffic Light Using YOLO Based Camera with Deep Reinforcement Learning Algorithm. *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)* 2023;7(1).
5. Alim M, Kadir R, Gamayanti N, Santoso A, Bilfaqih Y, Sahal M. Autopilot system design on monohull USV-LSS01 using PID-based sliding mode control method. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 649 IOP Publishing; 2021. p. 012058.
6. Maruf A, Kadir R, Gamayanti N, Santoso A, Bilfaqih Y, Sahal M, et al. L1 adaptive controller for unmanned surface vehicle type monohull LSS01 autopilot system and guidance design. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 649 IOP Publishing; 2021. p. 012055.
7. Hidayat Z, Sahal M, Bilfaqih Y, Kurniawan FA. Optimized Artificial Potential Fields for Obstacle Avoidance of Unmanned Aerial Vehicles. In: *2023 International Conference on Advanced Mechatronics, Intelligent Manufacture and Industrial Automation (ICAMIMIA) IEEE*; 2023. p. 1–6.
8. Pratama T, Kadir RE, Hidayat Z. Model Prediction Control for Missile Autopilot and Navigation. In: *2019 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM) IEEE*; 2019. p. 1–6.
9. Harwood S. A cybersystemic view of autonomous weapon systems (AWS). *Technological Forecasting and Social Change* 2024;205:123514.
10. Markaj A, Mercangöz M, Fay A. Design and implementation of an autonomous systems training environment framework for control algorithm evaluation in autonomous plant operation. *Computers & Chemical Engineering* 2024;189:108798.
11. Alkaff A, Sahal M, Bilfaqih Y, Hidayat Z, Gamayanti N. *Buku Sensor Fusion*; 2024.
12. Faghihian H, Holland J, Sargolzaei A. Introduction to autonomous vehicles. In: *Handbook of Power Electronics in Autonomous and Electric Vehicles Elsevier*; 2024. p. 1–16.
13. Shalev-Shwartz S, Shammah S, Shashua A. Safe, multi-agent, reinforcement learning for autonomous driving. *arXiv preprint arXiv:161003295* 2016;.
14. Zhao J, Zhao W, Deng B, Wang Z, Zhang F, Zheng W, et al. Autonomous driving system: A comprehensive survey. *Expert Systems with Applications* 2024;242:122836.

15. Bilfaqih Y, Aisyah AS. MODEL PEMBELAJARAN LABORATORY BASED EDUCATION;
16. Riedel M, Streit A, Wolf F, Lippert T, Kranzlmüller D. Classification of different approaches for e-science applications in next generation computing infrastructures. In: 2008 IEEE fourth international conference on e-science IEEE; 2008. p. 198–205.
17. Alkaff A. Keandalan Sistem : Pendekatan Algoritmis dengan MATLAB. Penebar Media Pustaka;
18. Bilfaqih Y, Jazidie A, Fatoni A. SINYAL SISTEM: Analisis, Komputasi dan Simulasi; 2024.
19. Bilfaqih Y, Qomarudin MN, Sahal M. Time-dependent reliability computation of system with multistate components. *Applied Mathematics and Computation* 2025;487:129082.
20. Bilfaqih Y, Systems and Cybernetics Laboratory; 2024. <https://www.researchgate.net/lab/Systems-and-Cybernetics-Laboratory-Yusuf-Bilfaqih>, diakses pada Agustus 2024.
21. Bilfaqih Y, Sahal M, Hidayat Z, Gamayanti N, Alkaff A, Mileanasari F, Seri Workshop tentang Sistem Otonom untuk Mendukung Kegiatan Tridharma di Lingkungan Akademisi Perguruan Tinggi dan Mitra Industri; 2024.

Cara mengutip artikel ini: Bilfaqih, Y., Sahal, M., Hidayat, Z., Gamayanti, N., Mileanasari, F., (2024), Upaya Mendukung Kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi melalui Penyelenggaraan Seri *Workshop* Bidang Sistem Otonom, *Sewagati*, 8(6):1–14, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i6.2040>.