



JIPF-UNSRI
ejournal.unsri.ac.id/index.php/JIPF

JURNAL INOVASI DAN PEMBELAJARAN FISIKA

Program Studi Pendidikan Fisika
FKIP Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih
KM 32 Ogan Ilir
jjpf@fkip.unsri.ac.id

p-ISSN 2355-7109 e-ISSN 2657-0971

REVIEW JURNAL: PENGAPLIKASIAN KONSEP LAGRANGIAN DALAM KEHIDUPAN SEHARI-HARI

Dwi Purnomo Aji¹, Fathya Nurul Jannah², Hamdi Akhsan^{3*}, Ismet⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Magister Pendidikan Fisika, Universitas Sriwijaya

*Email: hamdiakhsan@fkip.unsri.ac.id

Abstract

In the 21st century, the deepening of physics learning about the application and understanding of lagrangian concepts still needs to be higher, and only a few studies have been conducted due to the lack of knowledge and information provided. Therefore, it is necessary to conduct a literature study to provide an initial overview and valid information about applying the Lagrangian concept in various fields in everyday life. In this research, a literature study and article analysis were conducted using the Systematic Literature Review (SLR) and PRISMA methods. Based on the PRISMA method, a comprehensive search in 2018-2024 resulted in 44 articles, which were then analyzed and filtered to produce 17 quality and Scopus-indexed articles. The results of this study explain the application of the Lagrange concept in various fields and are expected to provide an initial overview for researchers to experiment with the application of the Lagrangian idea in everyday life.

Keywords: Lagrangian, Physics, Mechanics, Journal Review

Abstrak

Pada abad ke 21 pendalaman pembelajaran fisika tentang penerapan dan pemahaman konsep lagrangian masih rendah dan hanya sedikit penelitian yang dilakukan, hal ini disebabkan karena minimnya pengetahuan dan informasi yang diberikan. Maka dari itu perlu dilakukan studi literatur untuk memberikan gambaran awal dan informasi yang valid tentang pengaplikasian konsep lagrangian dalam berbagai bidang pada kehidupan sehari-hari. Pada penelitian ini dilakukan studi literatur dan analisis artikel dengan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dan PRISMA. Berdasarkan metode PRISMA, pencarian komprehensif pada tahun 2018-2024 menghasilkan 44 artikel kemudian dianalisis dan disaring sehingga menghasilkan 17 artikel yang berkualitas dan terindeks scopus. Hasil penelitian ini menjelaskan penerapan konsep lagrange diberbagai bidang dan diharapkan mampu untuk memberikan gambaran awal bagi peneliti untuk bereksperimen tentang pengaplikasian konsep lagrangian dalam kehidupan sehari-hari.

Kata kunci : Lagrangian, Fisika, Mekanika, Review Jurnal

Cara Menulis Sitasi : Aji, D. P., Jannah, F. N., Akhsan, H., Ismet. (2024). Review Jurnal: Pengaplikasian Konsep Lagrangian Dalam Kehidupan Sehari-Hari, *II* (1), halaman 67-80.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu komponen ilmu pengetahuan (Yuberti et al. 2019). Fisika merupakan ilmu yang memerlukan observasi dan pengukuran yang dilakukan melalui eksperimen (Ariska, Akhsan, and Muslim 2020). Dalam pendalaman pembelajaran fisika kita akan dikenalkan dengan mekanika klasik, dimana Mekanika klasik terdiri dari hukum gerak kedua Newton, persamaan Lagrange, dan prinsip Hamilton, yang darinya persamaan dinamik suatu sistem dapat dirumuskan. Tidak ada keraguan bahwa hasil dari ketiga kerangka tersebut adalah setara, dan semua formulasi pada akhirnya mematuhi hukum kekekalan energi (Zhou and Wang 2022).

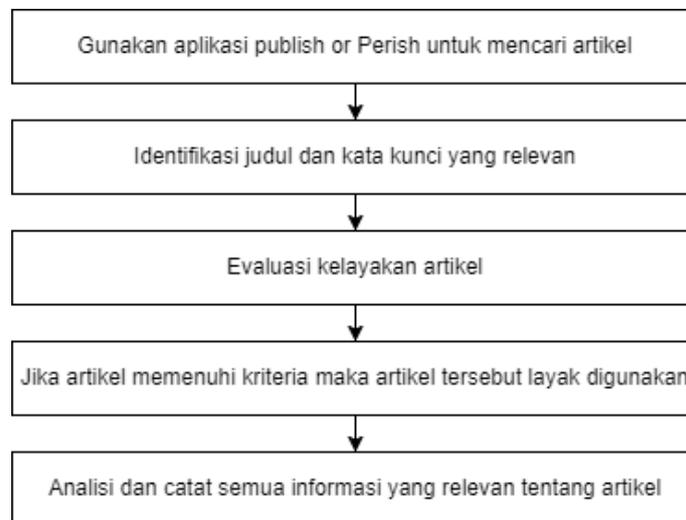
Dinamika Lagrangian dan dinamika Hamiltonian merupakan pendekatan alternatif untuk memahami gerak benda, yang didasarkan pada teknik matematika yang berbeda (Chen and Tao 2021). Kedua pendekatan tersebut lebih abstrak dan matematis dibandingkan pendekatan Newtonian, dan biasanya dipelajari pada tingkat yang lebih tinggi pada mata kuliah fisika (Kersting and Steier 2018). Pendekatan Lagrangian yang dikembangkan oleh Joseph-Louis Lagrange pada abad ke-18 didasarkan pada konsep “Fungsi Lagrangian” yang merupakan representasi matematis dari energi kinetik dan energi potensial suatu benda (Mann 2018). Pendekatan Lagrangian sangat berguna untuk memahami gerak sistem yang memiliki kendala, seperti pendulum atau satelit yang mengorbit bumi. Pendekatan Hamiltonian yang dikembangkan oleh William Rowan Hamilton pada abad ke-19 didasarkan pada konsep “prinsip Hamilton” yang menyatakan bahwa lintasan suatu benda adalah lintasan yang meminimalkan integral aksi (Deriglazov 2023). Dalam mekanika konsep lagrangian dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mempermudah pengaplikasian dalam suatu perhitungan matematis (Kaptsov and Meleshko 2020).

Penerapan konsep lagrangian masih sangat sedikit dilakukan atau diteliti, hal ini disebabkan karena minimnya informasi yang diberikan. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berbagai penelitian yang telah dilakukan di berbagai negara belahan dunia. Penelitian ini diharapkan mampu untuk memberikan gambaran awal dan informasi yang valid tentang pengaplikasian konsep lagrangian dalam berbagai bidang pada kehidupan sehari-hari, terutama pada bidang pendidikan, sains, teknologi dan lingkungan.

METODE

Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian studi literatur dimana penelitian ini mengandalkan studi literatur untuk memperoleh data penelitian dan menggunakan pendekatan kualitatif karena data yang dihasilkan berupa kata atau deskripsi. Metode Systematic Literature Review (SLR) merupakan suatu metode untuk mengidentifikasi, menilai, mengumpulkan dan menganalisis secara kritis data dari penelitian yang relevan terkait dengan topik yang diteliti (Snyder

2019). SLR adalah metode ilmiah yang secara ketat mengikuti serangkaian langkah untuk mengurangi potensi kesalahan sistematis, dengan mengidentifikasi, mengevaluasi dan menggabungkan semua studi yang relevan, untuk menjawab pertanyaan atau serangkaian pertanyaan tertentu (H Roberts M Petticrew 2008). Kegiatannya meliputi perencanaan strategi pencarian sumber data atau informasi, pemilihan studi berdasarkan penilaian mutu dengan kriteria kelayakan dan instrumen penilaian mutu, serta sintesis dan ekstraksi data.



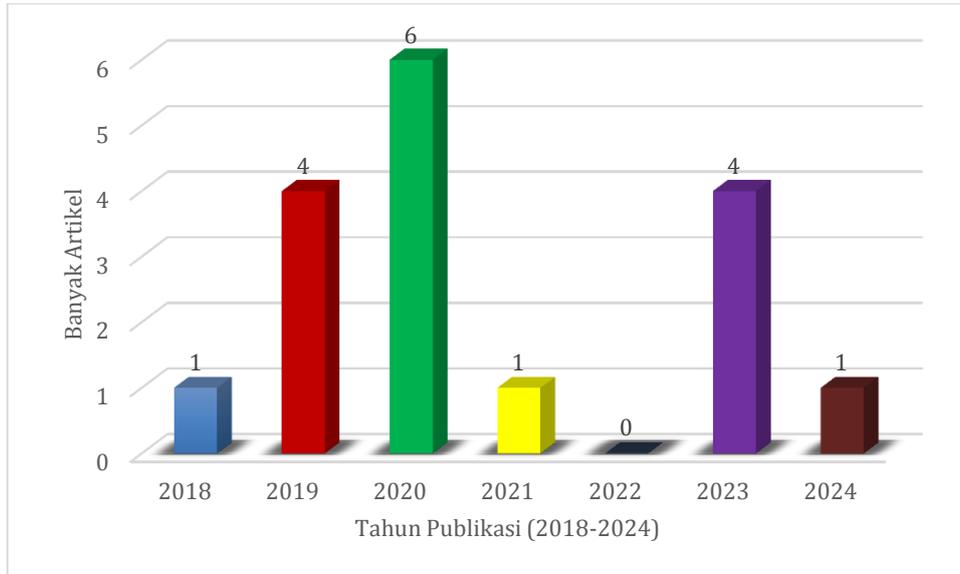
Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, langkah pertama yang dilakukan adalah mencari sumber informasi. Sumber informasi yang digunakan dalam pencarian ini dibantu dengan menggunakan aplikasi Publish or Perish (PoP). Pencarian yang dilakukan adalah artikel yang terindeks scopus. Pencarian berdasarkan kata judul “Application Lagrange” dan kata kunci “Physics”.

Tahap selanjutnya adalah kriteria kelayakan. Kriteria kelayakan dalam penelitian ini menggunakan kriteria inklusi. Kriteria inklusi pencarian artikel antara lain: (1) artikel Application Lagrange; (2) rentang tahun terbit antara 2018-2024; (3) publikasi pada jurnal terindeks scopus; (4) teks lengkap dan akses terbuka; (5) publikasi tidak dalam bentuk makalah seminar atau konferensi. Tinjauan literatur sistematis menggunakan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analysis) (Primadianningsih, Sumarni, and Sudarmin 2023). Flowchart metode PRISMA dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan metode PRISMA, pencarian komprehensif menghasilkan 40 artikel kemudian dianalisis dan disaring sehingga menghasilkan 17 artikel yang berkualitas dan terindeks scopus dari kata judul “Application Lagrange” dan kata kunci “Physics”.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pada penelitian ini berupa analisis dari 17 artikel berkualitas yang telah disaring dan terindeks scopus dari kata judul “Application Lagrange” dan kata kunci “Physics”.



Gambar 2. Banyak Publikasi Artikel Tentang Penerapan Konsep Lagrangian (2018-2024)

Pada gambar 2 diatas menjelaskan bahwa dari 17 artikel berkualitas yang terdaftar di scopus khususnya pada tahun 2019-2020, menunjukkan bahwa penerapan konsep lagrange menghasilkan banyak penemuan dalam berbagai bidang dibandingkan dengan tahun sebelumnya yaitu tahun 2018, namun pada tahun 2021-2022 terjadi penurunan yang signifikan terhadap penerapan konsep lagrange. Kemudian pada tahun 2023 terjadi peningkatan kembali dalam penerapan konsep lagrange dan di awal tahun 2024 sudah ada satu penerapan konsep lagrangian.

Tabel 1. Aplikasi Lagrange

No	Penulis dan Tahun	Judul	Aplikasi Lagrange
1.	Noriaki Ohara (Ohara 2024)	Finger flow modeling in snow porous media based on lagrangian mechanics	Penelitian ini mengeksplorasi kendala baru untuk pemodelan aliran non-Darcy dengan menggunakan Mekanika Lagrangian, yang didasarkan pada prinsip aksi terkecil. Formula Darcy terbukti menjadi titik stasioner aksi yang sesuai dengan aliran paling efisien dalam media berpori.

2.	Xiaojing Cheng (Commons and License 2023)	Retracted: Application of the Lagrange Equation for Intelligent Sensor Vibration Control for Power Network Monitoring	Menggunakan metode optimasi parameter Lagrangian yang diperluas. Sensitivitas sistem TMDI dikontrol oleh perangkat inersia, dan perangkat inersia memiliki dampak yang signifikan terhadap kekokohnya. Performa pengurangan getaran sistem TMDI jelas lebih baik dari pada sistem TMD konvensional.
3.	Jezabel Curbelo and Irina I. Rypina (Curbelo 2023)	A Three Dimensional Lagrangian Analysis of the Smoke Plume From the 2019/2020 Australian Wildfire Event	Model analisis ulang angin atmosfer ERA5 untuk mengkarakterisasi transportasi atmosfer tiga dimensi di wilayah umum bulu-bulu mengikuti pendekatan sistem dinamis dalam kerangka Lagrangian. alur transportasi yang diperoleh dengan memasukkan efek daya apung dibandingkan dengan yang diperoleh hanya dengan mempertimbangkan kecepatan analisis ulang.
4.	Huy Gia Tran, Long Ton-That, and Nguyen Gia Minh Thao (Vehicles 2023)	Lagrange Multiplier-Based Optimization for Hybrid Energy Management System with Renewable Energy Sources and Electric Vehicles	Menggunakan teori Lagrange multiplier untuk membantu mencapai kinerja yang baik dengan beban komputasi yang lebih sedikit. Terakhir, hasil simulasi dari mode terisolasi dan terhubung ke jaringan juga menunjukkan efektivitas metode yang dirancang.

5.	Yousef Alipour Fakhri, Mojtaba Garossi (Alipour Fakhri and Garossi 2023)	The warped generalized Lagrange space and its application in physics	Mendefinisikan ruang Lagrangian umum melengkung Warped Generalized Lagrangian (WGL) dan kemudian memeriksa beberapa sifat-sifatnya. Selanjutnya, kami menggeneralisasi kondisi "Tavakolvan den Bergh" dalam teori relativitas pada ruang ini, yang merupakan contoh penerapan ruang Lagrangian tergeneralisasi yang melengkung dalam relativitas.
6.	A. Jajarmia, D. Baleanub, K. Zarghami Vahide, H. Mohammadi Pirouza, J.H. Asad (Jajarmi et al. 2021)	A new and general fractional Lagrangian approach:A capacitor microphone case study	Persamaan klasik Euler – Lagrange dibuat dengan menggunakan pendekatan Lagrangian klasik. Berdasarkan hasil yang diperoleh, berbagai fitur mikrofon kapasitor yang diteliti ditemukan karena fleksibilitas dalam memilih kernel, tidak seperti formalisme matematika sebelumnya.
7.	Suliskania Nurfitri dkk (Nurfitri et al. 2020)	A Lagrangian study of upwelled waters in the Northern Arafura Sea	Untuk mengetahui asal muasal massa perairan yang naik, studi numerik menggunakan partikel Lagrangian digunakan. Model tersebut dijalankan mundur pada waktunya untuk menelusuri lintasan partikel yang tiba di Laut Arafura bagian utara, khususnya di kedalaman 50 meter.
8.	André Heck and Peter Uylings (Heck and	A Lagrangian approach to bungee jumping	Fakta bahwa pelompat bungee jumping dapat mencapai percepatan yang lebih besar daripada percepatan gravitasi, sangat menarik ditinjau dari sudut pandang fisika. Dalam artikel ini kami

	Uyulings 2020)		menunjukkan bagaimana hal ini dapat dilakukan langsung melalui pendekatan Lagrangian.
9.	Valerie Domcke, Yohei Ema, and Kyohei Mukaida (Domcke, Ema, and Mukaida 2020)	Chiral anomaly, Schwinger effect, EulerHeisenberg Lagrangian and application to axion inflation	Mereka meninjau laju produksi partikel Schwinger, mengklarifikasi kemunculan persamaan anomali kiral dan menghitung arus induksi fermion bermuatan. Kami memberikan kontribusi dari produksi partikel non-perturbative, dari berjalannya konstanta kopling gauge dan dari non-linearitas dalam Lagrangian QED yang efektif, dan mengklarifikasi bagaimana kontribusi ini muncul dalam satu kerangka kerja. Mereka menerapkan hasil ini pada inflasi aksion.
10.	Manuel A. Roehrl, Thomas A. Runkler, Vero nika Brandtstetter, Michel Tokic, Stefan Obermayer (Roehrl et al. 2020)	Modeling System Dynamics with Physics-Informed Neural Networks Based on Lagrangian Mechanics	Model hybrid yang menggabungkan dua teknik pemodelan untuk mengatasi masalah model berbasis data murni sering membutuhkan sejumlah besar data. Pendekatan baru ini secara langsung mengintegrasikan persamaan gerakan yang berasal dari mekanika Lagrange ke dalam struktur jaringan saraf yang mendalam.
11.	Tobias Martin, Arun Kamath, and Hans Bihs (Martin and Bihs 2020)	A Lagrangian approach for the coupled simulation of xed net structures in a Eulerian uid model	Pendekatan Lagrangian untuk simulasi numerik gabungan dari struktur jaring tetap dan aliran fluida telah diturunkan. Perbandingan beban dan pengurangan kecepatan di belakang jaring dengan pengukuran yang tersedia menunjukkan kinerja yang unggul dari model yang diusulkan dibandingkan pendekatan yang ada untuk berbagai aplikasi.

12.	Zdzislaw E. Musielak, Niyousha Davachi, and Marialis Rosario-Franco (Musielak, Davachi, and Rosario-Franco 2020)	Special Functions of Mathematical Physics: A Unified Lagrangian Formalism	Penelitian ini menunjukkan bahwa prosedur penurunan Lagrangian standar mengarah pada Lagrangian dimana persamaan Euler-Lagrange hilang secara identik, dan hanya beberapa Lagrangian yang menjadi Lagrangian nol dengan fungsi pengukur yang terdefinisi dengan baik. Hal ini juga menunjukkan bahwa Lagrangian non-standar mengharuskan persamaan Euler-Lagrange diubah oleh kondisi tambahan, yang merupakan fenomena baru dalam kalkulus variasi. Keberadaan syarat-syarat tambahan ini memiliki implikasi yang sangat besar terhadap validitas syarat-syarat Helmholtz. Hasil yang diperoleh digunakan untuk menurunkan Lagrangian untuk persamaan Airy, Bessel, Legendre, dan Hermite.
13.	N.O. Nenuwe (Nenuwe 2019)	Application of Lagrange equations to 2D double spring pendulum in generalized coordinates	Perumusan mekanika Lagrangian dalam koordinat umum dan diselesaikan secara eksak. Perubahan konstanta kekakuan, sudut defleksi, massa bandul bandul dan panjang pegas ditemukan memiliki efek yang signifikan terhadap dinamika pegas bandul ganda 2D.
14.	Amir Mohammad Fathollahi-Fard, Mostafa Hajiaghae-Keshteli, Guangdong Tian, and Zhiwu Li	An Adaptive Lagrangian Relaxation-based Algorithm for a Coordinated Water Supply and Wastewater Collection Network Design	Untuk menyelesaikan model yang diusulkan, digunakan algoritma berbasis relaksasi Lagrangian yang dirumuskan dengan strategi adaptif baru. Algoritma ini mempertimbangkan batas atas dan batas bawah permasalahan untuk mencapai solusi kinerja. Algoritma yang diusulkan dibandingkan dengan dua algoritma serupa dari literatur untuk mengetahui kinerjanya. Dengan demikian, efisiensi model yang diusulkan dievaluasi dengan beberapa analisis

	(Fathollahi-fard et al. 2019)	Problem	sensitivitas.
15.	MohammadAli Ansari, Avik Samanta, Reza Abdi Behnagh, and Hongtao Ding (Ansari et al. 2019)	An efficient coupled Eulerian-Lagrangian finite element model for friction stir processing	Model proses komputasi yang efisien dikembangkan menggunakan ABAQUS/Explicit berdasarkan formulasi coupled Eulerian-Lagrangian (CEL) untuk mensimulasikan FSP paduan aluminium 5083. Model elemen hingga tiga dimensi (3D) mensimulasikan seluruh proses FSP termasuk fase pencelupan alat, pendiaman, dan pengadukan.
16.	Amin Jajarmi, Dumitru Baleanu, Samaneh Sadat Sajjadi, and Jihad H. Asad (Jajarmi et al. 2019)	A New Feature of The Fractional Euler-Lagrange Equations for a Coupled Oscillator Using a Nonsingular Operator Approach	konsep FC untuk mengevaluasi persamaan gerak untuk osilator terkopel. Dalam penelitian ini, Lagrangian klasik dan fraksional dibentuk, dan kemudian, FELEs gerak diformulasikan termasuk operator ABC yang baru-baru ini diperkenalkan dengan MLkernel. keunggulan FC untuk menyediakan model yang fleksibel yang mampu mengekstraksi aspek-aspek tersembunyi dari sistem osilator terkopel ketika sifat ini tidak tersedia dengan adanya turunan waktu ordinal.
17.	Jorge Duarte, Guillermo E. Valencia, and Luis G. Obregón (Duarte, Valencia, and Obregón 2018)	Application of Lagrange Equations in the Analysis of Slider-Crank Mechanisms	Analisis lagrangian sebagai metodologi analisis kinetis yang berguna untuk mendesain proses menemukan opsi yang lebih ekonomis dalam pembuatan mesin (terutama ICE) agar memenuhi spesifikasi dari sudut pandang kinetik dengan mengurangi kerugian.

Pada Tabel.1 menjelaskan penerapan konsep Lagrangian memainkan peran penting dalam memfasilitasi kegiatan sehari-hari, menjadikannya lebih efektif dan efisien. Penerapan konsep Lagrangian sangat kompleks dalam bidang pendidikan, ilmu pengetahuan, lingkungan, dan teknologi. Di bidang pendidikan, konsep Lagrangian, yang dikemas dalam pelajaran mekanika lanjutan, menjadi pendekatan alternatif untuk memahami gerak benda dalam pembelajaran mekanika lanjutan. (Nasution et al., 2023). (Fathollahi-fard et al., 2019) telah memperkenalkan penelitian dalam pemecahan masalah teknik dengan algoritma adaptif berbasis relaksasi Lagrangian mereka yang dirancang untuk mengkoordinasikan pasokan air dan jaringan pengumpulan air limbah. Algoritma ini dengan teliti mempertimbangkan batas atas dan bawah masalah, memastikan pencapaian solusi yang optimal secara efisien. Melalui pengujian yang ketat terhadap algoritma-algoritma sebanding yang didokumentasikan dalam literatur yang ada, penelitian ini menandai langkah maju yang signifikan dalam metodologi teknik, membuka jalan bagi pengembangan strategi yang lebih canggih dan efektif dalam mengatasi tantangan terkait desain infrastruktur. Demikian pula, (Ansari et al., 2019) telah membuat kemajuan yang signifikan dalam penelitian teknik dengan mengoptimalkan proses friction stir processing (FSP) paduan aluminium 5083. Dengan menggunakan formulasi terkait Eulerian-Lagrangian (CEL) yang digabungkan, model komputasi mereka dapat mensimulasikan seluruh prosedur FSP, mencakup fase-fase penting seperti perendaman alat, waktu tinggal, dan pengadukan, semua dalam ruang tiga dimensi. Studi ini meningkatkan pemahaman kita tentang proses manufaktur dan memberikan kontribusi yang substansial terhadap kemajuan teknologi manufaktur, memperlihatkan potensi penggunaan metodologi matematika yang canggih dalam upaya teknik.

Dalam ilmu pengetahuan alam dan rekayasa, aplikasi Lagrange sangat bervariasi. Sebagai contoh, beberapa artikel membahas penerapan prinsip Lagrange dalam pemodelan aliran fluida non-Darcy di media berpori (Ohara, 2024) serta penggunaannya dalam manajemen energi hibrida dengan sumber energi terbarukan dan kendaraan listrik (Vehicles, 2023). Ada juga aplikasi dalam pemodelan sistem dinamis menggunakan jaringan syaraf tiruan yang didasarkan pada fisika Lagrange (Roehrl et al., 2020). Dalam konteks ini, prinsip mekanika Lagrange membuka pintu untuk mengembangkan model yang lebih kompleks dan representatif.

Dalam olahraga, aplikasi Lagrange terlihat dalam analisis sistem mekanik, seperti dalam studi tentang mekanisme slider-crank dalam pembuatan mesin (Duarte et al., 2018). Artikel ini menyoroti pentingnya analisis kinetik dalam merancang proses efisien dalam pembuatan mesin, terutama untuk memenuhi spesifikasi dari sudut pandang kinetik dengan mengurangi kerugian. Menggunakan prinsip Lagrange memberikan dasar matematika yang kokoh untuk memahami perilaku sistem mekanik yang kompleks. Aplikasi Lagrange juga dapat ditemukan dalam studi tentang pendekatan Lagrange dalam bungee jumping (Heck & Uylings, 2020). Artikel ini membahas bagaimana lompatan bungee dapat

dicapai dengan percepatan lebih besar dari percepatan gravitasi dan menunjukkan bagaimana pendekatan Lagrange digunakan untuk memahami fenomena tersebut secara langsung. Ini menunjukkan relevansi mekanika Lagrange dalam memahami fenomena fisik yang terjadi dalam olahraga ekstrem seperti bungee jumping.

Dalam bidang lain, seperti matematika terapan, Lagrange memiliki aplikasi dalam mempelajari fungsi-fungsi khusus dan formalisme Lagrange yang bersatu (Musielak et al., 2020). Studi ini menunjukkan bahwa prosedur turunan Lagrange standar menghasilkan Lagrangian di mana persamaan Euler-Lagrange menghilang secara identik, dan hanya beberapa Lagrangian yang menjadi Lagrangian nol dengan fungsi kontrol yang terdefinisi dengan baik. Aplikasi ini memperluas pemahaman tentang persamaan diferensial dan memberikan dasar yang kokoh untuk menurunkan model matematika dalam berbagai konteks. Selain itu, penelitian oleh (Alipour Fakhri & Garossi, 2023) membahas penerapan ruang Lagrange generalisasi melengkung dan aplikasinya dalam fisika. Mereka mendefinisikan Lagrangian Umum Melengkung (WGL) dan memeriksa beberapa sifatnya. Selain itu, mereka menggeneralisasi kondisi "Tavakol-van den Bergh" dalam teori relativitas untuk ruang ini, menunjukkan bagaimana konsep Lagrange dapat diterapkan dalam konteks fisika fundamental. Penelitian oleh (Domcke et al., 2020) mengeksplorasi hubungan antara fenomena fisika partikel seperti anomali kiral, efek Schwinger, dan Lagrangian Euler-Heisenberg dengan aplikasinya dalam inflasi aksion. Dengan mengklarifikasi kontribusi berbagai faktor dalam Lagrangian QED, penelitian ini memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang fenomena-fenomena ini dalam kosmologi dan fisika partikel. Penelitian ini menggabungkan teori fisika dasar dengan aplikasi praktis dalam memahami evolusi awal alam semesta.

Terkait dengan elektronika, prinsip Lagrange digunakan dalam studi tentang kontrol getaran sensor pintar untuk pemantauan jaringan listrik (Commons & License, 2023). Dalam kasus ini, pendekatan Lagrange digunakan untuk optimasi parameter yang diperpanjang, dan hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan dalam kinerja sistem dibandingkan dengan metode konvensional. Pendekatan ini mengilustrasikan bagaimana mekanika Lagrange dapat diterapkan untuk mengembangkan teknologi sensor yang lebih inovatif dan efisien. Studi lain (Jajarmi et al., 2021) menunjukkan penerapan pendekatan Lagrange dalam studi mikrofon kapasitor. Dengan menggunakan persamaan klasik Euler-Lagrange, studi ini berhasil mengidentifikasi berbagai fitur mikrofon kapasitor yang dieksplorasi karena fleksibilitas dalam memilih kernel, yang tidak mungkin dilakukan oleh formalisme matematika sebelumnya. Temuan ini menunjukkan potensi besar pendekatan Lagrange dalam memahami dan mengoptimalkan perangkat elektronik yang kompleks.

Aplikasi Lagrange juga terlihat dalam berbagai bidang lain. Sebagai contoh, penelitian oleh Curbelo dan Rypina (Curbelo, 2023) membahas analisis Lagrangian tiga dimensi dari asap dari peristiwa kebakaran hutan Australia 2019/2020. Studi ini menggunakan model reanalisis angin atmosfer untuk mem karakterisasi transportasi atmosfer tiga dimensi di wilayah umum asap. Hasilnya membandingkan aliran transportasi yang diperoleh dengan memasukkan efek angkat dengan yang

hanya mempertimbangkan kecepatan reanalisis. Studi oleh (Nurfitri et al., 2020) memberikan wawasan tentang dinamika air di Laut Arafura utara melalui pendekatan Lagrange. Dengan menggunakan model numerik dan partikel Lagrange, studi ini melacak pergerakan massa air yang naik, terutama pada kedalaman 50 meter. Hasil dari studi ini membantu memahami lebih lanjut asal-usul pergerakan air di wilayah tersebut, yang memiliki implikasi penting dalam dinamika laut dan pemodelan lingkungan.

Secara keseluruhan, artikel-artikel ini menyoroti kegunaan dan pentingnya prinsip mekanika Lagrange dalam berbagai disiplin ilmu. Mulai dari pemahaman aliran fluida hingga analisis sistem mekanik dan pengembangan teknologi sensor, pendekatan ini memberikan dasar matematika yang kokoh untuk pemodelan, analisis, dan pemecahan berbagai masalah dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan demikian, aplikasi Lagrange tidak hanya relevan dalam fisika murni tetapi juga berdampak signifikan pada inovasi dan penemuan dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi.

KESIMPULAN

Pendalaman pembelajaran mekanika lanjut pada materi lagrangian merupakan hal penting dalam menghadapi perkembangan abad ke 21. Lagrangian merupakan sebuah konsep dimana dalam pengaplikasiannya efektif dan efisien pada berbagai bidang. Pada bidang pendidikan konsep lagrangian digunakan sebagai alternatif untuk memahami gerak benda, sedangkan pada bidang lain seperti sains dan teknologi konsep lagrangian digunakan oleh berbagai negara maju untuk mempermudah kegiatan dalam kehidupan sehari-hari sehingga lebih efektif dan efisien. Dengan pengaplikasian konsep lagrangian dalam berbagai bidang, diharapkan peneliti mampu untuk bereksperimen dan melakukan penelitian lebih lanjut sehingga dapat menghasilkan penemuan baru di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Alipour Fakhri, Yousef, and Mojtaba Garossi. 2023. "The Warped Generalized Lagrange Space and Its Application in Physics." *AUT Journal of Mathematics and Computing* 4(2):183–93. doi: 10.22060/ajmc.2022.20992.1076.
- Ansari, Mohammad Ali, Avik Samanta, Reza Abdi Behnagh, and Hongtao Ding. 2019. "An Efficient Coupled Eulerian-Lagrangian Finite Element Model for Friction Stir Processing." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 101(5–8):1495–1508. doi: 10.1007/s00170-018-3000-z.
- Ariska, M., H. Akhsan, and M. Muslim. 2020. "Dynamic Analysis of Tippe Top on Cylinder's Inner

- Surface with and Without Friction Based on Routh Reduction.” *Journal of Physics: Conference Series* 1467(1). doi: 10.1088/1742-6596/1467/1/012040.
- Chen, Renyi, and Molei Tao. 2021. “Data-Driven Prediction of General Hamiltonian Dynamics via Learning Exactly-Symplectic Maps.” *Proceedings of Machine Learning Research* 139(1):1717–27.
- Commons, Creative, and Attribution License. 2023. “Retracted: Application of the Lagrange Equation for Intelligent.” 2022.
- Curbelo, Jezabel. 2023. “A Three Dimensional Lagrangian Analysis of the Smoke Plume From the 2019 / 2020 Australian Wildfire Event *Journal of Geophysical Research : Atmospheres.*” doi: 10.1029/2023JD039773.
- Deriglazov, Alexei A. 2023. “Lagrangian and Hamiltonian Formulations of Asymmetric Rigid Body, Considered as a Constrained System.” *European Journal of Physics* 44(6):1–32. doi: 10.1088/1361-6404/ace80d.
- Domcke, Valerie, Yohei Ema, and Kyohei Mukaida. 2020. “Chiral Anomaly, Schwinger Effect, Euler-Heisenberg Lagrangian and Application to Axion Inflation.” *Journal of High Energy Physics* 2020(2). doi: 10.1007/JHEP02(2020)055.
- Duarte, Jorge, Guillermo E. Valencia, and Luis G. Obregón. 2018. “Application of Lagrange Equations in the Analysis of Slider-Crank Mechanisms.” 11(43):2113–20.
- Fathollahi-fard, Amir M., Mostafa Hajiaghahi-keshteli, Guangdong Tian, and Zhiwu Li. 2019. “An Adaptive Lagrangian Relaxation-Based Algorithm for a Coordinated Water Supply and Wastewater Collection Network Design Problem.” (October). doi: 10.1016/j.ins.2019.10.062.
- H Roberts M Petticrew. 2008. “Systematic Reviews In The Social Sciences: A Practical Guide By Mark Petticrew PDF : Systematic Reviews In The Social Sciences: A Practical Guide By Mark Petticrew Doc : Systematic Reviews In The Social Sciences: A Practical Guide By Mark Petticrew EPub :” *A Practical Guide By Mark Petticrew* 1–10.
- Heck, André, and Peter Uylings. 2020. “A Lagrangian Approach to Bungee Jumping.” *Physics Education* 55(2). doi: 10.1088/1361-6552/ab5cdc.
- Jajarmi, A., D. Baleanu, K. Zarghami Vahid, H. Mohammadi Pirouz, and J. H. Asad. 2021. “Results in Physics A New and General Fractional Lagrangian Approach : A Capacitor Microphone Case Study.” *Results in Physics* 31:104950. doi: 10.1016/j.rinp.2021.104950.
- Jajarmi, Amin, Dumitru Baleanu, Samaneh Sadat Sajjadi, and Jihad H. Asad. 2019. “A New Feature of the Fractional Euler–Lagrange Equations for a Coupled Oscillator Using a Nonsingular Operator Approach.” *Frontiers in Physics* 7(November):1–9. doi: 10.3389/fphy.2019.00196.
- Kaptsov, E. I., and S. V Meleshko. 2020. “Analysis of the One-Dimensional Euler – Lagrange Equation of Continuum Mechanics with a Lagrangian of a Special Form.” *Applied Mathematical Modelling* 77:1497–1511. doi: 10.1016/j.apm.2019.09.014.
- Kersting, Magdalena, and Rolf Steier. 2018. “Understanding Curved Spacetime.” *Science &*

- Education* 27(7–8):593–623. doi: 10.1007/s11191-018-9997-4.
- Martin, Tobias, and Hans Bihs. 2020. “A Lagrangian Approach for the Coupled Simulation of Fixed Net Structures in a Eulerian Fluid Model.” (1). doi: 10.1016/j.jfluidstructs.2020.102962.Abstract.
- Musielak, Zdzislaw E., Niyousha Davachi, and Marialis Rosario-Franco. 2020. “Special Functions of Mathematical Physics: A Unified Lagrangian Formalism.” *Mathematics* 8(3):1–17. doi: 10.3390/math8030379.
- Nenuwe, N. O. 2019. “Application of Lagrange Equations to 2D Double Spring- Pendulum in Generalized Coordinates.” 10(2):120–34.
- Nurfitri, S., A. Basit, M. R. Putri, J. Pättsch, and T. Pohlmann. 2020. “A Lagrangian Study of Upwelled Waters in the Northern Arafura Sea.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 618(1). doi: 10.1088/1755-1315/618/1/012022.
- Ohara, Noriaki. 2024. “Finger Flow Modeling in Snow Porous Media Based on Lagrangian Mechanics.” *Advances in Water Resources* 185(August 2023):104634. doi: 10.1016/j.advwatres.2024.104634.
- Primadianningsih, Candrawulan, Woro Sumarni, and Sudarmin Sudarmin. 2023. “Systematic Literature Review: Analysis of Ethno-STEM and Student’s Chemistry Literacy Profile in 21st Century.” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 9(2):650–59. doi: 10.29303/jppipa.v9i2.2559.
- Roehrl, Manuel A., Thomas A. Runkler, Veronika Brandtstetter, Michel Tokic, and Stefan Obermayer. 2020. “Modeling System Dynamics with Physics-Informed Neural Networks Based on Lagrangian Mechanics.” *IFAC-PapersOnLine* 53(2):9195–9200. doi: 10.1016/j.ifacol.2020.12.2182.
- Snyder, Hannah. 2019. “Literature Review as a Research Methodology: An Overview and Guidelines.” *Journal of Business Research* 104(August):333–39. doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- Vehicles, Electric. 2023. “Lagrange Multiplier-Based Optimization for Hybrid Energy Management System with Renewable Energy Sources And.”
- Yuberti, Sri Latifah, Adyt Anugrah, Antomi Saregar, Misbah, and Kittisak Jermstittiparsert. 2019. “Approaching Problem-Solving Skills of Momentum and Impulse Phenomena Using Context and Problem-Based Learning.” *European Journal of Educational Research* 8(4):1217–27. doi: 10.12973/eu-jer.8.4.1217.
- Zhou, Yinqiu, and Xiuming Wang. 2022. “A Methodology for Formulating Dynamical Equations in Analytical Mechanics Based on the Principle of Energy Conservation.” *Journal of Physics Communications* 6(3). doi: 10.1088/2399-6528/ac57f8.