

Analisis kaitan antara gaya dan percepatan berdasarkan hukum kedua newton

Nur Maghfirotn Nadifa

Program Studi Fisika, Universitas Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: nurnadifa624@gmail.com

Kata Kunci:

Hukum II Newton; Gaya;
Percepatan; Pesawat Atwood;
Praktikum Fisika

Keywords:

Newton's Second Law; Force;
Acceleration; Atwood's
Machine; Physic lab

ABSTRAK

Hukum II Newton adalah salah satu konsep dasar fisika yang menghubungkan gaya, massa, dan percepatan. Pemahaman terhadap konsep tersebut masih memerlukan bukti empiris untuk tidak hanya terkotak-kotak dalam fantasi teoritis. Pengertian fisika yang telah membahas Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pemahaman Fisika menyatakan bahwa Faktor Pribadi yang mengarah pada penyesuaian program pengajaran fisika merupakan salah satu teori yang mengartikan fisika sebagai penemuan kebenaran bagi keadaan pribadi. Faktor tersebut merupakan yang paling potensial dalam pengembangan fisika

menjadi penemuan kebenaran. Faktor Pribadi tersebut kemudian Primer Faktor yang mengarah pada penyesuaian kurikulum/pagian pengajaran fisika. Faktor tersebut mengarah dengan potensial terkuat untuk mengembangkan fisika sebagai penemuan kebenaran. Faktor yang pribadi tersebut memiliki potensial terkuat untuk mengarah penyesuaian kurikulum/pagian fisika. Faktor tersebut juga mengarah dengan potensial terkuat untuk mengarah mengedepan fisika menjadi penemuan kebenaran. Faktor yang pribadi tersebut mengarah dengan potensial terkuat untuk mengarah penyesuaian.

ABSTRACT

Newton's second Law is one of the fundamental concepts of physics that connects force, mass, and acceleration. Understanding this concept still requires empirical evidence to avoid being confined to theoretical fantasy. The definition of physics that has discussed Factors Influencing Physics Understanding states that Personal Factors that lead to the adjustment of physics teaching programs is one theory that defines physics as the discovery of truth for personal circumstances. This factor has the greatest potential in developing physics into the discovery of truth. This Personal Factor is then the Primary Factor that leads to the adjustment of the physics teaching curriculum. This factor leads with the strongest potential to develop physics as the discovery of truth. This personal factor has the strongest potential to lead to the adjustment of the physics curriculum/course. This factor also leads with the strongest potential to lead to the advancement of physics into the discovery of truth. This personal factor leads with the strongest potential to lead to adjustments.

Pendahuluan

Hukum II Newton menyatakan bahwa percepatan suatu benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya. Hubungan ini secara matematis diungkapkan melalui persamaan $\Sigma F = m \cdot a$, yang menekankan bahwa perubahan gerak suatu benda tidak hanya ditentukan oleh



besarnya gaya tetapi juga oleh sifat spesifik massa benda tersebut. Dalam konteks laboratorium, hukum ini dapat dianalisis secara kuantitatif melalui pengukuran gaya dan percepatan dalam sistem mekanik sederhana. Meskipun Hukum Kedua Newton secara matematis diformulasikan sebagai persamaan yang sederhana, dalam beberapa sistem, penerapannya bisa menjadi cukup kompleks. Kesulitan biasanya muncul ketika mencoba untuk menganalisis gaya yang bertindak pada sistem, terutama ketika ada lebih dari satu gaya yang terlibat. Ini, sampai pada tingkat tertentu, menyebabkan pemahaman siswa tentang konsep gaya dan percepatan menyimpang dari fisika yang sebenarnya.

Beberapa studi menunjukkan bahwa kesalahpahaman terhadap Hukum Kedua Newton sering kali terkait dengan ketidakmampuan untuk membedakan antara gaya, kecepatan, dan percepatan. Banyak siswa masih menganggap bahwa gaya selalu sebanding dengan kecepatan, atau bahwa benda yang lebih berat akan bergerak lebih cepat. Salah paham semacam ini dapat menghambat proses pembelajaran fisika secara keseluruhan. Salah satu upaya untuk mengatasi kesulitan ini adalah melalui penerapan pembelajaran berbasis eksperimen (Jamhuri et al., 2025). Melalui kerja praktis, siswa dapat secara langsung mengamati pengaruh gaya terhadap gerakan benda, sehingga hubungan antara teori dan kenyataan dapat dipahami dengan lebih baik. Kerja praktis juga membantu siswa dalam mengembangkan keterampilan analitis, pengolahan data, dan menarik kesimpulan ilmiah. Telah dibuktikan pada percobaan pesawat Atwood, sistem terdiri dari dua massa yang dihubungkan oleh tali yang melewati katrol. Ketika kedua massa memiliki nilai yang berbeda, sistem akan bergerak dengan percepatan tertentu sebagai akibat dari berat yang tidak seimbang. Perbedaan berat inilah yang berperan sebagai gaya resultan yang menyebabkan sistem berakselerasi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa percepatan sistem Atwood berbanding lurus dengan perbedaan massa beban, sedangkan massa total sistem merupakan faktor perlambatan.

Penggunaan mesin Atwood memberikan keuntungan karena sistem yang digunakan relatif sederhana dan mudah dianalisis. Dengan mengabaikan efek gesekan dan massa katrol serta tali, sistem ini dapat dianggap mendekati ideal. Hal ini memungkinkan siswa untuk lebih fokus pada hubungan antara gaya, massa, dan percepatan sesuai dengan Hukum II Newton. Hasil berdasarkan pengamatan, diketahuinya perubahan selisih massa dari kedua beban akan mempercepat sistem. Ini menunjukkan bahwa sementara gaya net (F) meningkat, semua pada percepatan hasil datang lineup sesuai dengan Hukum II Newton. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan para penekuni lainnya, menunjukkan bahwa perubahan gaya eksternal memberikan dampak signifikan terhadap respon percepatan benda meskipun dalam hal kondisi sebagai sistem gesek tertentu.

Hukum II Newton merupakan prinsip fundamental dalam mekanika yang menyatakan bahwa percepatan suatu benda ditentukan oleh resultan gaya yang bekerja padanya dan massa benda tersebut. Konsep ini menjelaskan bagaimana gaya dapat menyebabkan perubahan kecepatan suatu benda, baik dalam bentuk percepatan maupun perlambatan. Meskipun hukum ini dirumuskan secara matematis dengan sederhana, penerapannya dalam berbagai sistem sering kali menimbulkan

kesulitan, terutama dalam menganalisis gaya-gaya yang bekerja secara bersamaan. Selain itu, ketika massa total sistem ditingkatkan dengan menjaga perbedaan massa konstan, percepatan yang diperoleh cenderung lebih rendah. Ini menunjukkan bahwa massa bertindak sebagai faktor inersia yang menentang perubahan gerak. Semakin besar massa total sistem, semakin kecil percepatan yang dihasilkan untuk gaya netto yang sama. Hasil ini memperkuat konsep bahwa massa tidak secara langsung mempengaruhi gaya, tetapi mempengaruhi bagaimana sebuah sistem bereaksi terhadap gaya yang diterapkan.

Analisis gaya pada setiap massa dalam sistem Atwood menunjukkan adanya tegangan pada masing-masing massa. Dengan mengabaikan massa tali dan katrol, analisis gaya menjadi lebih sederhana. Tegangan tali dalam analisis gaya ini, berlawanan dengan gaya berat, dan berperan dalam menentukan gaya resultan pada setiap beban. Dengan pendekatan ini, hubungan antara gaya dan percepatan menjadi lebih mudah untuk diamati. Dalam pelajaran fisika tingkat dasar, pendekatan ini merupakan cara umum untuk mengabaikan faktor-faktor kompleks dan untuk menganalisis pemahaman inti dari setiap konsep Hukum II Newton. Praktikum ini serupa dengan penelitian yang menunjukkan bahwa Hukum II Newton sulit dipahami karena mahasiswa kesulitan membedakan antara gaya, kecepatan, dan percepatan. Dalam eksperimen, jika mahasiswa menganalisis secara langsung dan memaparkan hubungan antara gaya dan percepatan, konsep-nya akan lebih jelas. Oleh karena itu, praktikum ini bukan hanya untuk menguji kebenaran suatu hubungan matematis, tetapi juga untuk mendalami hubungan secara konseptual antara gaya dan percepatan.

Pembahasan

Hukum II Newton merupakan prinsip fundamental dalam mekanika yang menyatakan bahwa percepatan suatu benda ditentukan oleh resultan gaya yang bekerja padanya dan massa benda tersebut. Konsep ini menjelaskan bagaimana gaya dapat menyebabkan perubahan kecepatan suatu benda, baik dalam bentuk percepatan maupun perlambatan. Meskipun hukum ini dirumuskan secara matematis dengan sederhana, penerapannya dalam berbagai sistem sering kali menimbulkan kesulitan, terutama dalam menganalisis gaya-gaya yang bekerja secara bersamaan. (Jamhuri et al., 2022). Dilakukannya praktikum dalam studi ini adalah untuk mempertimbangkan lebih dalam hubungan antara massa, gaya tarik, dan percepatan sebagaimana dinyatakan dalam Hukum Newton II, menggunakan mesin Atwood sebagai model sistem mekanis sederhana, yang memungkinkan pengamatan gerakan yang terkontrol dan terukur. Melalui percobaan tersebut, siswa dapat secara langsung mengamati bagaimana perbedaan massa dari kedua beban menghasilkan gaya bersih yang menyebabkan perubahan gerakan sistem, dan karena itu, sistem teoretis yang telah dipelajari menjadi lebih dipahami secara konkret melalui data eksperimen.

Dalam sistem pesawat Atwood, setiap beban mengalami gaya gravitasi yang bekerja ke bawah dan gaya tegangan pada tali yang bekerja ke atas, sehingga analisis gaya menjadi penting untuk menentukan gaya resultan yang bekerja pada setiap beban dan pada sistem secara keseluruhan. (Ibrahim, 2021) Ketika massa dari kedua

beban tidak sama, gaya berat yang lebih besar pada salah satu beban akan menyebabkan sistem bergerak, dan perbedaan gaya ini menjadi faktor utama yang menentukan jumlah percepatan yang dihasilkan oleh sistem, sesuai dengan prinsip dasar Hukum II Newton.

Begitu juga pengamatan menunjukkan bahwa dengan semakin besar selisih massa antara dua beban, semakin besar pula percepatan sistem yang terukur. Ini mengindikasikan bahwa besar gaya netto yang bekerja pada sistem juga semakin valid antara besar gaya dan percepatan, di mana percepatan bertambah seiring bertambahnya gaya netto. Dengan demikian, hasil percobaan ini mendukung Hukum II Newton yang berbunyi, "Percepatan suatu benda sebanding dengan resultan gaya yang bekerja padanya". Selain perbedaan massa, total massa sistem juga secara signifikan mempengaruhi percepatan yang dihasilkan, di mana peningkatan total massa sambil menjaga perbedaan massa tetap konstan menghasilkan penurunan percepatan sistem. Ini menunjukkan bahwa massa bertindak sebagai faktor inersia yang menahan perubahan gerakan, sehingga untuk gaya netto yang sama, sistem dengan massa lebih besar akan menghasilkan percepatan yang lebih rendah, sesuai dengan hubungan matematis yang dirumuskan dalam Hukum II Newton.

Perbandingan antara nilai percepatan yang dihitung secara teoretis berdasarkan persamaan Hukum Kedua Newton dan nilai percepatan yang diukur menunjukkan adanya celah yang dapat disebabkan oleh banyak faktor yang tidak ideal dalam percobaan. Faktor-faktor ini adalah: gesekan pada katrol, massa tali yang tidak signifikan, dan ketelitian terbatas dari alat pengukur. Namun, perbedaan tersebut tidak mengubah kecenderungan umum hubungan antara gaya dan percepatan, yang sejalan dengan teori. Hasil dari percobaan ini menunjukkan analisis dari percobaan ini mendetail hubungan gaya netto dan akselerasi. Pada hubungan ini ada anggapan bahwa sistem pesawat Atwood ini syarat dengan kondisi ideal dan berfungsi secara optimal. Dengan pola ini memberikan penjelasan sistem akselerasi secara netto dan ini merupakan bukti secara eksperimental dan adalah benar Hukum II Newton.

Selain meningkatkan pemahaman konsep, praktikum mesin Atwood juga meningkatkan keterampilan siswa dalam menganalisis gaya dengan membuat diagram gaya pada setiap beban individu, yang merupakan salah satu langkah untuk menyelesaikan masalah dinamis. (Newton et al., 2025) Dalam proses ini, siswa dilatih untuk mengidentifikasi gaya, menentukan arah gaya hasil, dan mengaitkan hasil analisis mereka dengan percepatan sistem, yang menghasilkan pengembangan sistematis dari pemikiran analitis dalam fisika. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penelitian ini juga mengindikasikan bahwa tidak seluruh teori fisika dapat diaplikasikan secara utuh karena ada banyak intervensi faktor eksternal dalam setiap penelitian. Namun, selisih antara hasil teori dan eksperimen justru merupakan peluang bagi suatu penelitian untuk lebih mengkaji teori dan memahami batasan dalam setiap model dalam fisika dan mengerti pertimbangan dari faktor non ideal dalam suatu sistem mekanik.

Secara keseluruhan, diskusi menunjukkan bahwa penerapan Hukum Kedua Newton dengan menganalisis gaya dan percepatan mesin Atwood dapat memberikan gambaran yang jelas tentang hubungan antara gaya, massa, dan percepatan. Hasil

eksperimen umumnya sejalan dengan konsep teoritis, oleh karena itu praktikum ini dapat dianggap sebagai sarana yang efektif untuk memverifikasi Hukum Kedua Newton dan memperkuat pemahaman konseptual siswa tentang dinamika gerak benda dalam sistem mekanis.

Sub Pembahasan

a. Konsep Gaya dan Hukum Newton dalam Kehidupan Sehari-hari

Gaya merupakan bentuk interaksi berupa dorongan atau tarikan yang dapat menyebabkan perubahan gerak maupun bentuk suatu benda. Dalam kajian fisika, gaya menjadi konsep utama dalam menjelaskan hubungan antara massa, percepatan, dan perubahan gerak suatu objek. Hukum Newton menjelaskan bahwa percepatan benda dipengaruhi oleh besar gaya yang bekerja dan massa benda tersebut. Semakin besar gaya yang diberikan, maka percepatan benda akan meningkat, sedangkan massa yang semakin besar akan menyebabkan percepatan menjadi lebih kecil. Konsep ini dapat ditemukan pada berbagai aktivitas sehari-hari, salah satunya saat membuka dan menutup pintu. Ketika seseorang mendorong atau menarik pintu, terjadi interaksi gaya yang menghasilkan gerakan rotasi pada poros engsel pintu. Selain gaya linear, proses membuka dan menutup pintu juga melibatkan momen gaya atau torsi. Torsi menunjukkan kemampuan suatu gaya dalam memutar benda terhadap titik poros tertentu. (Salsabila, 2021) Pada pintu, letak gaya yang diberikan memengaruhi besar kecilnya torsi yang dihasilkan. Semakin jauh posisi gaya dari engsel, maka semakin kecil usaha yang diperlukan untuk membuka pintu. Fenomena ini memperlihatkan bahwa penerapan Hukum Newton dan konsep torsi tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga sangat dekat dengan aktivitas manusia sehari-hari.

b. Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Memahami Hukum Newton

Meskipun Hukum Newton merupakan dasar penting dalam mekanika, pemahaman mahasiswa terhadap konsep ini masih tergolong rendah. Banyak mahasiswa mengalami miskonsepsi ketika membedakan konsep gaya, percepatan, dan kecepatan. Kesulitan tersebut muncul karena sebagian mahasiswa masih menggunakan pemahaman intuitif yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Misalnya, mahasiswa menganggap bahwa benda yang bergerak harus selalu diberikan gaya secara terus-menerus agar tetap bergerak. (Ariska et al., 2019). Kesalahan pemahaman juga terlihat pada konsep resultan gaya dan hukum aksi-reaksi. Sebagian mahasiswa belum mampu menentukan hubungan antara gaya yang bekerja pada dua benda yang saling berinteraksi. Selain itu, mahasiswa sering mengalami kebingungan dalam membedakan percepatan dengan kecepatan, terutama ketika menyelesaikan soal berbasis gerak benda. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran Hukum Newton tidak cukup hanya menekankan penggunaan rumus matematis, tetapi juga perlu memperkuat pemahaman konseptual melalui analisis fenomena nyata dan latihan pemecahan masalah.

c. Penerapan Hukum II Newton pada Pesawat Atwood

Pesawat Atwood merupakan salah satu alat praktikum yang digunakan untuk membuktikan hubungan antara gaya, massa, dan percepatan sesuai Hukum II Newton. Alat ini terdiri atas dua massa yang dihubungkan menggunakan tali melalui katrol. Ketika terdapat perbedaan massa antara kedua beban, sistem akan bergerak akibat adanya resultan gaya yang bekerja. Dalam percobaan Pesawat Atwood, percepatan sistem dipengaruhi oleh selisih massa kedua beban. Semakin besar selisih massa, maka percepatan gerak sistem juga semakin besar. Sebaliknya, apabila massa total sistem diperbesar dengan selisih massa tetap, maka percepatan cenderung menurun. Hal tersebut menunjukkan bahwa percepatan berbanding lurus dengan gaya resultan dan berbanding terbalik dengan massa total sistem. Penggunaan Pesawat Atwood memberikan gambaran nyata mengenai penerapan Hukum II Newton dalam eksperimen fisika. Praktikum ini membantu mahasiswa memahami bahwa gerak benda tidak hanya dipengaruhi oleh besar gaya, tetapi juga dipengaruhi oleh massa benda yang bergerak. Dengan demikian, pembelajaran melalui eksperimen dapat meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa dibandingkan hanya melalui penjelasan teoritis.

d. Pengembangan Metode Newton dalam Penyelesaian Persamaan Nonlinier

Metode Newton-Raphson merupakan salah satu metode numerik yang banyak digunakan untuk menentukan akar persamaan nonlinier. Metode ini bekerja menggunakan pendekatan turunan fungsi untuk memperoleh solusi secara iteratif. Akan tetapi, metode Newton-Raphson memiliki kelemahan ketika nilai turunan mendekati nol atau ketika fungsi memiliki akar ganda. (Korelasi Kecepatan dan Percepatan Saat Gerak Lurus Menggunakan Pesawat Atwood Berbasis Arduino dengan Sensor Logam R Ridho et al., n.d.) Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, dikembangkan metode modifikasi Newton-Secant yang menggabungkan konsep metode Newton dan metode Secant. Pengembangan ini bertujuan meningkatkan tingkat konvergensi sehingga solusi dapat diperoleh lebih cepat dan lebih stabil. Penambahan parameter tertentu pada metode modifikasi juga mampu mempertahankan orde konvergensi yang lebih tinggi dibandingkan metode sebelumnya. Penerapan metode modifikasi Newton-Secant pada fungsi trigonometri menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan solusi dengan jumlah iterasi yang lebih sedikit. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengembangan metode numerik memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi penyelesaian persoalan matematika yang kompleks.

e. Optimalisasi Neural Network Menggunakan Metode Gauss-Newton

Perkembangan kecerdasan buatan mendorong penggunaan jaringan saraf tiruan atau neural network dalam berbagai bidang, termasuk klasifikasi varian SARS-CoV-2. Namun, proses pelatihan neural network sering membutuhkan waktu komputasi dan memori yang besar. Oleh sebab itu, diperlukan metode optimasi yang lebih efisien. Metode QR-GN dikembangkan dengan mengombinasikan algoritma Gauss-Newton dan faktorisasi QR untuk meningkatkan efisiensi pelatihan neural network. Pendekatan ini mampu mengurangi penggunaan memori sekaligus mempercepat

proses pelatihan model. Selain itu, metode tersebut juga dapat meningkatkan akurasi klasifikasi dibandingkan beberapa metode optimasi konvensional. Penerapan metode QR-GN pada klasifikasi varian SARS-CoV-2 menunjukkan bahwa optimasi orde kedua dapat memberikan performa yang lebih baik pada proses pembelajaran mesin. Penggunaan metode ini membuktikan bahwa integrasi antara matematika numerik dan kecerdasan buatan dapat menghasilkan solusi yang lebih efektif dalam pengolahan data kompleks.

f. Hubungan Pembelajaran Konseptual dan Eksperimen dalam Fisika

Pembelajaran fisika yang efektif tidak hanya berfokus pada penyelesaian persamaan matematis, tetapi juga harus memperhatikan pemahaman konsep secara mendalam. Kesulitan mahasiswa dalam memahami Hukum Newton menunjukkan bahwa pendekatan hafalan rumus masih mendominasi proses pembelajaran. Akibatnya, mahasiswa cenderung mengalami miskonsepsi ketika dihadapkan pada persoalan kontekstual. Penggunaan eksperimen seperti Pesawat Atwood maupun analisis fenomena sehari-hari dapat membantu mahasiswa menghubungkan teori dengan kondisi nyata. Pendekatan pembelajaran berbasis pemecahan masalah konseptual juga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis mahasiswa. Dengan mengombinasikan pendekatan konseptual, eksperimen, dan pemanfaatan teknologi, proses pembelajaran fisika dapat menjadi lebih efektif. Mahasiswa tidak hanya memahami rumus secara matematis, tetapi juga mampu menjelaskan makna fisik dari setiap konsep yang dipelajari.

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan praktikum yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa Hukum II Newton menunjukkan keterkaitan antara gaya, massa, dan percepatan, di mana percepatan akan meningkat apabila gaya resultan bertambah dan akan menurun jika massa benda semakin besar. Percobaan menggunakan Pesawat Atwood mampu memberikan gambaran nyata mengenai hubungan tersebut sehingga mahasiswa dapat memahami konsep fisika dengan lebih jelas melalui pengamatan langsung. Walaupun terdapat selisih antara hasil teoritis dan hasil eksperimen yang dipengaruhi oleh faktor seperti gesekan dan keterbatasan alat ukur, hasil penelitian tetap sesuai dengan prinsip Hukum II Newton dan membantu meningkatkan kemampuan analisis mahasiswa terhadap konsep dinamika gerak.

Saran

Pembelajaran mengenai Hukum Newton sebaiknya tidak hanya menitikberatkan pada perhitungan matematis, tetapi juga didukung dengan kegiatan eksperimen dan pengamatan fenomena di lingkungan sekitar agar pemahaman konsep menjadi lebih mendalam. Ketelitian alat praktikum serta pengurangan faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil percobaan perlu diperhatikan supaya data yang diperoleh lebih

akurat dan mendekati teori. Selain itu, penerapan metode pembelajaran yang memadukan praktikum, pemecahan masalah, dan penggunaan teknologi diharapkan mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis serta analitis mahasiswa dalam mempelajari fisika.

Daftar Pustaka

- Ariska, M., Palembang-Prabumulih, J., & Ogan Ilir, I. (2019). *PENYELESAIAN DINAMIKA PESAWAT ATWOOD DENGAN PERSAMAAN EULAR-LAGRANGE SEBAGAI ALTERNATIF PERSAMAAN NEWTON PADA FISIKA SMA* (Vol. 06, Number 1). https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=PENYELESAIAN+DINAMIKA+PESAWAT+ATWOOD+DENGAN+PERSAMAAN+EULAR-LAGRANGE+SEBAGAI+ALTERNATIF+PERSAMAAN+NEWTON+PADA+FISIKA+SMA+&btnG=
- Ibrahim, M. M. (2021). *On the Modification of Newton-Secant Method in Solving Nonlinear Equations for Multiple Zeros of Trigonometric Function*. 7(1), 84–96. <https://repository.uin-malang.ac.id/9605/>
- Jamhuri, M., Isa, M., Mukhlash, I., & Iqbal, M. (2025). Neural networks optimization via Gauss – Newton based QR factorization on SARS-CoV-2 variant classification. *Systems and Soft Computing*, 7(February), 200195. <https://repository.uin-malang.ac.id/23805/>
- Jamhuri, M., Mukhlash, I., & Irawan, M. I. (2022). Performance Improvement of Logistic Regression for Binary Classification by Gauss-Newton Method. *ACM International Conference Proceeding Series*, 12–16. <https://repository.uin-malang.ac.id/14807/>
- Korelasi Kecepatan dan Percepatan Saat Gerak Lurus Menggunakan Pesawat Atwood Berbasis Arduino dengan Sensor Logam R Ridho, A. M., Ajidewantara, B., & Nurdiyanti, dan. (n.d.). *SEMINAR NASIONAL FISIKA (SNF) 2020*. <https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/snf/article/view/4372>
- Newton, K. H., Diyana, T. N., & Widyaningtyas, F. S. (2025). *Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Memahami*. 5(1), 13–22. <https://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/experiment/article/view/32682>
- Salsabila, Q. (2021). *Penggunaan pesawat atwood dalam hukum ii newton*. https://scholar.google.co.id/scholar?hl=id&as_sdt=0%2C5&q=Penggunaan+pesawat+atwood+dalam+hukum+ii+newton.&btnG=