

Konsep Fisika Perpindahan Panas dalam Kearifan Lokal Miyang Tuban

Lathifatul Muthi'ah*, Setyo Admoko, Galuh Dwi Krisanti, Durriyah Amirotul Mahfudloh, Adrian Bagas Damarsha

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Penulis korespondensi, E-mail: lathifatulmuthiah.21016@mhs.unesa.ac.id

Abstract: Physics learning faces serious challenges as students perceive physics as a complex subject that is difficult to implement in daily life. This research aims to explore the local wisdom of fishermen in "Miyang" (fishing) activities in Tuban as a context for ethnoscience-based physics learning and Socio-Scientific Issues (SSI) approach on heat transfer concepts. The research method uses a qualitative approach with observation, interview, documentation, and literature study techniques. The research subjects are fishermen who carry out Miyang activities in the coastal areas of Tuban Regency. Data were analyzed using qualitative descriptive analysis through data reduction, triangulation, comparative analysis, description-interpretation, and conclusion drawing. The research results show that Tuban fishermen have accurate understanding of land breeze and sea breeze phenomena that align with the concept of heat transfer by convection. Fishermen utilize land breeze for journeys to the open sea at night and sea breeze for return trips during the day, demonstrating efficient utilization of natural energy. This traditional knowledge represents an example of indigenous knowledge that can be integrated into ethnoscience-based physics learning, providing authentic learning contexts that help students understand that physics concepts are integrated into daily life. This research successfully identified land breeze and sea breeze phenomena as complex Socio-Scientific Issues that combine scientific aspects with social dimensions. In conclusion, the local wisdom of Tuban fishermen has a strong scientific foundation and great potential as a source of contextual and meaningful ethnoscience-based physics learning.

Key Words: Ethnoscience; Heat Transfer; Fishermen; Sea Breeze; Socio-Scientific Issues (SSI).

Abstrak: Pembelajaran fisika menghadapi tantangan serius karena siswa menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang rumit dan sulit diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi kearifan lokal nelayan dalam aktivitas "Miyang" (melaut) di Tuban sebagai konteks pembelajaran fisika berbasis etnosains dan pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) pada konsep perpindahan kalor. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan teknik observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Subjek penelitian adalah nelayan yang melakukan kegiatan Miyang di wilayah pesisir pantai Kabupaten Tuban. Data dianalisis menggunakan analisis deskriptif kualitatif melalui reduksi data, triangulasi, analisis komparatif, deskripsi-interpretasi, dan penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nelayan Tuban memiliki pemahaman akurat tentang fenomena angin darat dan angin laut yang selaras dengan konsep perpindahan kalor secara konveksi. Nelayan memanfaatkan angin darat untuk perjalanan menuju tengah laut pada malam hari dan angin laut untuk kepulangan pada siang hari, menunjukkan efisiensi pemanfaatan energi alam. Pengetahuan tradisional ini merupakan contoh indigenous knowledge yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran fisika berbasis etnosains, memberikan konteks pembelajaran autentik yang membantu siswa memahami bahwa konsep fisika terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini berhasil mengidentifikasi fenomena angin darat dan

angin laut sebagai Isu Sosio-Saintifik kompleks yang memadukan aspek saintifik dengan dimensi sosial. Kesimpulannya, kearifan lokal nelayan Tuban memiliki dasar saintifik kuat dan berpotensi besar sebagai sumber pembelajaran fisika berbasis etnosains yang kontekstual dan bermakna.

Kata kunci: Etnosains; Perpindahan Kalor; Nelayan; Angin Laut; Isu Sosio-Saintifik (SSI).

PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang suatu tingkah laku alam dengan berbagai bentuk gejalanya dan sebagai salah satu ilmu paling mendasar yang dibutuhkan dalam kehidupan (Mahardika et al, 2023). Namun, pembelajaran fisika menghadapi tantangan serius karena banyaknya rumus yang harus dikuasai membuat peserta didik merasa bosan dan menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang rumit untuk dipahami serta sulit diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari (Jusriana, 2022; Astuti et al, 2022). Kesenjangan antara konsep teoritis dan penerapan praktis ini mengindikasikan perlunya pendekatan pembelajaran yang dapat menjembatani pemahaman konsep fisika dengan konteks kehidupan nyata (Utari et al, 2021).

Etnosains atau pembelajaran sains berbasis kearifan lokal menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan pembelajaran fisika. Etnosains merupakan kegiatan pembelajaran yang mentransformasikan antara sains dengan kepercayaan masyarakat yang masih mengandung mitos atau kepercayaan turun temurun dan menerapkannya dalam konsep sains ilmiah (Akmal et al, 2020). Pendekatan ini memungkinkan peserta didik memahami konsep fisika melalui konteks budaya dan lingkungan yang familiar, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami. Pembelajaran berbasis etnosains terbukti dapat meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dengan memberikan dukungan melalui pendekatan kondisi sosial dan budaya di lingkungan sekitar (Kurniawan & Syafriani, 2020). Mempelajari kearifan lokal membantu siswa memahami eratnya hubungan antara manusia dan alam dari konteks budaya lingkungan sekitarnya (Ilhami et al, 2021). Penerapan kearifan lokal dalam pembelajaran fisika memberikan dampak positif karena peserta didik belajar lebih efektif dengan menggunakan lingkungan atau peralatan sekitar, sehingga menimbulkan rasa ingin tahu dan memotivasi mereka untuk melakukan observasi berdasarkan metode ilmiah (Citra et al, 2022).

Pembelajaran berbasis etnosains dapat diperkuat melalui pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI) yang merupakan pusat pembelajaran sains untuk memicu minat siswa terhadap sains dan membantu mengembangkan keterampilan seperti kerja tim, pemecahan masalah, dan literasi media (Yanti et al, 2024). Namun faktanya, pembelajaran sains saat ini masih jarang membahas isu sosial-ilmiah, khususnya dalam pembelajaran fisika (Kirana et al, 2022; Wulandari, 2022). Guru masih terpaku pada pendekatan pembelajaran konvensional dan jarang mengaitkan pelajaran dengan isu-isu sosio-saintifik, menyebabkan pembelajaran terkesan membosankan dan peserta didik kurang berperan aktif (Syaparudin et al, 2020).

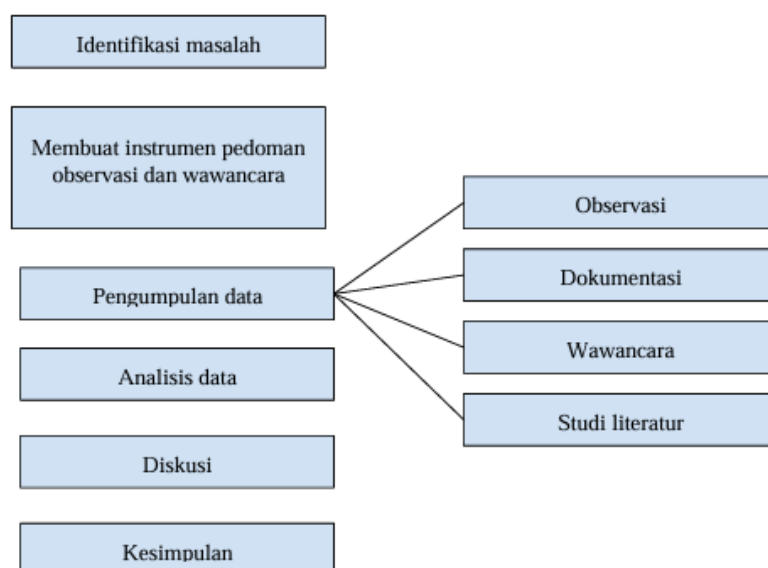
Contoh socio scientific issue adalah pada kegiatan nelayan berlayar. Nelayan diistilahkan bagi orang-orang yang menangkap biota laut, seperti ikan yang hidup di kolam maupun di permukaan air, khususnya yang berada di pantai, baik di tepi pantai maupun di tengah pantai (Hasmawati et al, 2022). Berbagai metode yang diterapkan oleh nelayan sangat begitu penting bagi nelayan dalam proses menangkap ikan. Biasanya nelayan akan mencari ikan dengan melihat posisi bintang, arah angin, pasang surut air laut dan lain sebagainya. Perilaku atau kebiasaan

masyarakat tersebut merupakan budaya turun temurun dari nenek moyang mereka yang masih dilaksanakan hingga saat ini. Apabila dibandingkan dengan kondisi saat ini bahwa teknologi mengalami kemajuan yang pesat dalam hal mencari arah, cuaca bisa menggunakan kompas, GPS, dan aplikasi lainnya. Menurut Anggraeni (2022), Nelayan akan pergi melaut pada siang atau sore hari menggunakan angin laut, dan akan tiba melaut pagi harinya menggunakan angin darat. Kondisi daerah pantai berbeda jika dibandingkan dengan daerah yang jauh dari pantai dengan kondisi jam yang sama dan cuaca yang sama. Perbedaan ini bisa dilihat dari suhu, kecepatan angin dan tekanan udara yang ada. pemanfaatan angin darat dan angin laut merupakan bentuk fisis dari materi fisika yaitu perpindahan kalor.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan menganalisis kearifan lokal nelayan dalam aktivitas "Miyang" (melaut) di Tuban sebagai konteks pembelajaran fisika berbasis etnosains dan pendekatan Socio-Scientific Issues (SSI), khususnya pada konsep perpindahan kalor. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model pembelajaran fisika yang lebih kontekstual, bermakna, dan mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa melalui integrasi pengetahuan tradisional dengan konsep sains modern.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan etnografi. Metode kualitatif dipilih untuk menjelaskan makna dari fenomena kearifan lokal nelayan dalam konteks alamiahnya dan mengembangkan pemahaman mendalam tentang konteks serta dinamika dari fenomena tersebut (Niam et al., 2024). Pendekatan etnografi digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik budaya yang terdapat dalam kelompok nelayan Tuban, khususnya dalam aktivitas "Miyang" (melaut). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk menganalisis konsep fisika perpindahan kalor yang terkandung dalam kearifan lokal nelayan Tuban secara mendalam dan komprehensif dalam konteks budaya setempat. Berikut alur desain penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1. Alur Desain Penelitian (Febriyanti et al., 2023)

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah metode observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Observasi, dokumentasi, dan wawancara dilakukan di wilayah pesisir pantai Kabupaten Tuban. Pelaksanaan observasi dilakukan dengan mendokumentasikan kegiatan Miyang untuk mempermudah penggambaran konsep fisika perpindahan kalor yang akan dikaji. Sedangkan kegiatan wawancara dilakukan kepada para nelayan yang melakukan Miyang di sekitar daerah pesisir pantai. Data yang telah diperoleh akan dianalisis dan dibandingkan dengan hasil studi literatur, kemudian data dideskripsikan lalu dapat ditarik kesimpulan.

Subjek penelitian ini adalah nelayan yang melakukan kegiatan Miyang di wilayah pesisir pantai Kabupaten Tuban. Para nelayan ini dipilih sebagai subjek karena mereka memiliki pengetahuan dan pengalaman langsung dalam praktik Miyang yang akan dikaji dari perspektif konsep fisika perpindahan kalor. Data yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif kualitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Reduksi Data: Memilah dan memfokuskan data yang relevan dengan konsep fisika perpindahan kalor dalam kegiatan Miyang
2. Triangulasi Data: Membandingkan hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur untuk memvalidasi temuan
3. Analisis Komparatif: Membandingkan data lapangan dengan teori fisika perpindahan kalor dari hasil studi literatur
4. Deskripsi dan Interpretasi: Mendeskripsikan fenomena Miyang dalam konteks konsep fisika perpindahan kalor
5. Penarikan Kesimpulan: Menyimpulkan hubungan antara praktik tradisional Miyang dengan konsep fisika perpindahan kalor

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan temuan penelitian kualitatif yang diperoleh dari data wawancara mendalam. Proses pengumpulan data utama dalam penelitian ini melibatkan wawancara semi-terstruktur dengan delapan orang nelayan yang berdomisili di wilayah pesisir Tuban, yaitu Desa Payuran (Narasumber 1), Desa Cendoro (Narasumber 2, 4, 7, 8), dan Desa Palang (Narasumber 3, 5, 6). Pemilihan narasumber didasarkan pada pengalaman mereka sebagai pelaku langsung aktivitas melaut, memungkinkan penggalian informasi yang kaya mengenai praktik tradisional dan pemahaman empiris terkait fenomena alam di laut. Wawancara ini dirancang menggunakan pedoman yang mencakup identitas informan dan serangkaian pertanyaan inti mengenai aktivitas melaut, pemahaman tentang angin darat dan angin laut, pengaruhnya, strategi adaptasi terhadap cuaca, ciri khas nelayan Tuban, serta metode dan durasi penangkapan ikan (lihat Data Hasil Wawancara). Data wawancara ini kemudian dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tema-tema kunci dan pola respons dari para nelayan. Temuan empiris ini selanjutnya dibahas dengan mengaitkannya pada konsep fisika perpindahan kalor (konveksi) dan relevansinya dalam kerangka etnosains dan isu sosio-saintifik (SSI), didukung oleh kajian literatur dari 16 dokumen PDF yang telah dikumpulkan. Pembahasan berikut terbagi dalam beberapa sub-bab untuk menyajikan analisis temuan secara terstruktur.

1. Aktivitas Melaut sebagai Sumber Penghidupan dan Kearifan Lokal

Bagi masyarakat yang berdiam di pesisir Tuban, melaut telah mendarah daging sebagai sumber kehidupan utama. Para nelayan yang diwawancarai secara konsisten menuturkan bahwa aktivitas ini adalah tulang punggung ekonomi mereka dan keluarga (Narasumber 1, 3, 4, 6, 8).

Ungkapan "melaut itu sumber penghidupan saya dan keluarga" (Narasumber 1) bukan sekadar deskripsi, melainkan cerminan realitas yang mendalam bagi komunitas ini. Lebih jauh lagi, bagi beberapa nelayan, melaut telah menjadi bagian integral dari identitas diri mereka sejak kecil, bahkan dianggap sebagai "bagian dari hidup saya sejak kecil" (Narasumber 4). Sentimen ini menunjukkan bahwa melaut melampaui dimensi pekerjaan semata; ia adalah warisan budaya dan tradisi yang kokoh (Hasmawati et al., 2022; Narasumber 8).

Variabilitas hasil tangkapan menjadi kenyataan yang harus dihadapi. Para nelayan mengakui bahwa jumlah ikan yang ditangkap "kadang melimpah, kadang tidak" (Narasumber 1, 2, 5), sangat bergantung pada "musim dan kondisi laut" (Narasumber 3, 5). Tantangan ini menuntut para nelayan untuk selalu siap menghadapi ketidakpastian alam, sebuah aspek yang juga digaribawahi dalam konteks SSI sebagai aktivitas yang "penuh dengan ketidakpastian karena setiap hari para nelayan harus siap menghadapi berbagai tantangan alam" (Narasumber 8). Motivasi utama, meskipun beragam nuansanya, berakar kuat pada "kebutuhan keluarga" (Narasumber 1, 3, 4) dan keinginan untuk "menghidupi keluarga" (Narasumber 5).

Secara teknis, metode penangkapan yang dominan adalah penggunaan jaring, dengan durasi umum sekitar "sehari semalam" (Narasumber 1-8). Penggunaan jaring ini dapat dilihat sebagai bagian dari "alat-alat tradisional seperti jaring" yang masih relevan dalam praktik penangkapan ikan (Narasumber 8). Sementara sebagian besar perahu nelayan di Tuban kini telah mengandalkan bahan bakar untuk efisiensi dan jangkauan (Narasumber 1, 2, 4, 5, 6, 8), elemen tradisional seperti layar masih digunakan, terutama untuk jarak dekat atau sebagai strategi penghematan biaya (Narasumber 3, 4). Adaptasi teknologi ini mencerminkan keseimbangan antara praktik modern dan kearifan lokal dalam memanfaatkan sumber daya (Citra et al., 2022, *Exploration of physics concepts in cultivation of milkfish...*).

Dalam perspektif etnosains, aktivitas melaut nelayan Tuban merupakan ladang kekayaan pengetahuan lokal yang berpotensi besar untuk diintegrasikan dalam pembelajaran sains (Akmal et al., 2020; Ilhami et al., 2021). Kearifan lokal nelayan dalam membaca tanda-tanda alam dan menyesuaikan praktik mereka adalah contoh "indigeneous knowledge" yang diwariskan dan masih relevan (Ilhami et al., 2021). Pengalaman empiris yang terakumulasi dari generasi ke generasi ini membentuk fondasi pengetahuan tradisional yang dapat dijembatani dengan konsep sains ilmiah (Citra et al., 2022, *Exploration of physics concepts in cultivation of milkfish...*). Menjadikan aktivitas melaut sebagai konteks pembelajaran fisika dapat membantu siswa melihat bahwa sains bukan hanya sekadar rumus di buku, tetapi terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat (Utari et al., 2021; Wulansari & Admoko, 2021).

2. Pemahaman Nelayan tentang Angin Darat dan Angin Laut

Pemahaman nelayan tentang angin darat dan angin laut merupakan inti dari kearifan lokal mereka terkait navigasi. Ketika ditanya mengenai fenomena ini, para nelayan menunjukkan pemahaman yang konsisten mengenai arah dan waktu berhembusnya kedua angin tersebut. Angin darat digambarkan sebagai hembusan udara "dari darat ke laut" (Narasumber 1, 5, 6) yang terjadi pada "malam hari" (Narasumber 3, 4, 5, 8). Sebaliknya, angin laut berhembus "dari laut ke darat" (Narasumber 1, 5, 6) pada "siang hari" (Narasumber 3, 4, 5, 8). Meskipun ada satu nelayan yang berpendapat keduanya terjadi malam hari (Narasumber 2) atau hanya berfokus pada pengaruhnya (Narasumber 7), pola umum ini secara akurat mencerminkan fenomena angin lokal yang dikenal secara saintifik.

Dari sudut pandang fisika, fenomena angin darat dan angin laut merupakan manifestasi dari prinsip perpindahan kalor secara konveksi. Pada siang hari, daratan memiliki kapasitas panas spesifik yang lebih rendah dibandingkan lautan, sehingga daratan lebih cepat menyerap

energi matahari dan suhunya meningkat lebih cepat daripada permukaan laut. Udara di atas daratan yang menjadi panas akan memuai, menjadi lebih ringan, dan naik. Untuk menggantikan posisi udara yang naik, udara yang lebih dingin dari lautan akan bergerak horizontal menuju daratan, menghasilkan angin laut. Sebaliknya, pada malam hari, daratan melepaskan panas lebih cepat daripada lautan. Permukaan laut relatif lebih hangat, menyebabkan udara di atasnya naik. Udara yang lebih dingin dari daratan kemudian bergerak menuju lautan, membentuk angin darat. Penjelasan ini, meskipun menggunakan terminologi saintifik, menggambarkan proses yang sama dengan yang diamati dan dipahami secara empiris oleh nelayan. Pengetahuan nelayan ini, yang diwariskan secara turun-temurun, menunjukkan bagaimana pengamatan empiris jangka panjang dapat mengarah pada pemahaman fungsional tentang hukum alam, bahkan tanpa formulasi matematis atau teori formal (Citra et al., 2022, *Exploration of physics concepts in milkfish...*). Ini menggarisbawahi bahwa sains masyarakat (Indigenous Science) sering kali merupakan pengetahuan berbasis pengalaman yang valid dan memiliki dasar saintifik (Ilhami et al., 2021).

3. Pemahaman Nelayan tentang Angin Darat dan Angin Laut

Para nelayan dengan tegas menyatakan bahwa aktivitas melaut mereka sangat dipengaruhi oleh angin darat dan angin laut (Narasumber 1-8). Pengetahuan lokal atau tradisional mengenai kedua angin ini memiliki dampak signifikan terhadap keputusan mereka dalam memilih waktu dan rute pelayaran saat melaut (Narasumber 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8). "Sangat memengaruhi," ujar Narasumber 1 dan 2 ketika ditanya pengaruh pengetahuan lokal mereka. Narasumber 3 menambahkan, "Tentu, sebab angin sangat memengaruhi kapan nelayan dapat melaut serta rute yang di tempuh." Hal ini menunjukkan bahwa pengetahuan empiris yang diwariskan menjadi pedoman praktis dalam navigasi dan perencanaan perjalanan melaut.

Pengaruh angin ini meliputi penentuan waktu keberangkatan dan kepulangan. Angin darat yang berhembus dari darat ke laut pada malam hari dimanfaatkan nelayan untuk membantu mereka berlayar menuju tengah laut. Sebaliknya, angin laut yang berhembus dari laut ke darat pada siang hari digunakan untuk membantu mereka kembali ke pantai. Dengan demikian, nelayan menyesuaikan jadwal melaut mereka dengan pola angin ini untuk efisiensi dan keamanan (Narasumber 2, 6, 8). Pengetahuan ini sangat penting dalam menentukan waktu yang tepat untuk melaut dan menghindari bahaya di laut (Narasumber 5, 7, 8). Hal ini sejalan dengan temuan Ilhami et al. (2021) dalam tradisi 'Manongkah Kerang' yang juga memanfaatkan kondisi alam seperti angin dan pasang surut dalam praktiknya. Pengetahuan lokal semacam ini tidak hanya berfungsi sebagai tradisi, tetapi juga sebagai strategi adaptasi yang relevan dengan kondisi lingkungan (Citra et al., 2022).

4. Penyesuaian Nelayan terhadap Perubahan Kondisi Cuaca dan Suhu

Perjalanan ke tengah laut membawa tantangan berupa perubahan cuaca yang signifikan dan sering kali "lebih ekstrem dibandingkan di Pantai" (Narasumber 1, 4, 5, 8). Nelayan Tuban memiliki strategi adaptasi untuk menghadapi kondisi ini. Respons utama mereka adalah "selalu memantau perubahan angin dan cuaca" (Narasumber 4, 6, 8) di sekitar mereka (Narasumber 2). Pemantauan ini bukan sekadar melihat langit, tetapi juga melibatkan pemahaman mendalam tentang bagaimana pola angin dan awan mengindikasikan potensi perubahan cuaca drastis (Narasumber 3).

Jika tanda-tanda cuaca buruk muncul, seperti angin kencang, para nelayan bertindak cepat. Mereka akan "segera mencari tempat berlindung atau memutuskan untuk kembali ke Pantai" (Narasumber 4, 6, 8). Keselamatan menjadi prioritas utama, yang dipengaruhi oleh pengetahuan mereka tentang bahaya laut saat cuaca ekstrem (Narasumber 5, 7, 8). Selain

pengamatan cuaca, kesiapan fisik dan peralatan juga ditekankan. "Bersiap dengan alat navigasi dan komunikasi yang memadai" (Narasumber 5, 7, 8) serta "persiapan fisik yang baik" (Narasumber 5, 7, 8, 9) dianggap krusial untuk kenyamanan dan keselamatan (Narasumber 2). Perubahan suhu udara yang menyertai perubahan angin, yang dirasakan "lebih dingin" (Narasumber 7) di tengah laut saat angin kencang, juga memengaruhi "daya tahan atau stamina tubu" (Narasumber 5, 7, 8, 9).

Menariknya, beberapa nelayan juga mengaitkan perubahan kondisi cuaca dan suhu dengan hasil tangkapan ikan. "Terjadinya perubahan suhu sangat memengaruhi jumlah ikan yang kami tangkap" (Narasumber 1, 4, 6, 8, 9). Meskipun penjelasan saintifik langsung mengenai hubungan ini mungkin kompleks dan melibatkan faktor-faktor ekologis seperti pergerakan plankton atau ikan yang dipengaruhi suhu dan arus, pengamatan nelayan ini adalah contoh pengetahuan empiris yang mereka gunakan untuk memprediksi hasil. Strategi adaptasi nelayan ini, yang menggabungkan pengamatan cermat, kesiapan fisik dan peralatan, serta pengalaman turun-temurun, menunjukkan ketangguhan dan kemampuan mereka dalam berinteraksi dengan alam (Hancock et al., 2019).

5. Kearifan Lokal Miyang Tuban dalam Bingkai Isu Sosio-Saintifik

Fenomena angin darat dan angin laut serta praktik nelayan Tuban dalam menyikapinya dapat dikaji secara mendalam dalam kerangka Isu Sosio-Saintifik (SSI). SSI adalah isu-isu kompleks di masyarakat yang memadukan dimensi saintifik dengan aspek sosial, politik, etika, dan ekonomi, sering kali tidak memiliki jawaban tunggal dan memicu perdebatan (Hancock et al., 2019; Levinson, 2006; Wulandari, 2022; Ke et al., 2023, Front. Educ.). Dalam konteks melaut di Tuban, fenomena angin merupakan aspek saintifik yang fundamental, terkait langsung dengan konsep fisika perpindahan kalor secara konveksi. Perbedaan suhu antara daratan dan lautan memicu pergerakan udara yang esensial bagi navigasi nelayan. Namun, pemahaman dan pemanfaatan fenomena ini oleh nelayan terjalin erat dengan berbagai dimensi sosial.

Dimensi sosial dalam isu ini mencakup: (1) **Mata Pencaharian:** Pengetahuan tentang angin secara langsung memengaruhi efisiensi dan keberhasilan nelayan dalam menangkap ikan, yang merupakan sumber ekonomi utama mereka. (2) **Keselamatan:** Memahami pola angin membantu nelayan memilih waktu dan rute yang aman, menghindari bahaya di laut saat cuaca buruk. (3) **Tradisi dan Kearifan Lokal:** Pengetahuan tentang angin darat dan angin laut diwariskan turun-temurun, menjadi bagian dari identitas budaya nelayan Tuban dan membedakan mereka dari nelayan di daerah lain (Narasumber 10 menyebutkan keterampilan menganyam jaring sebagai ciri khas, namun kearifan terkait angin juga merupakan aspek penting lainnya yang diamati dalam wawancara). (4) **Pengetahuan Empiris:** Pemahaman nelayan ini sebagian besar berasal dari pengamatan dan pengalaman praktis, yang meskipun tidak diformulasikan secara saintifik, memiliki akurasi fungsional dalam memprediksi pola cuaca lokal.

Melihat aktivitas nelayan Tuban dari perspektif SSI memungkinkan kita untuk mengeksplorasi interaksi kompleks antara sains (konveksi atmosfer) dan masyarakat. Ini bukan hanya tentang menjelaskan *mengapa* angin berhembus (fisika), tetapi juga *bagaimana* pengetahuan tersebut digunakan, *siapa* yang diuntungkan atau dirugikan oleh perubahan pola angin, *bagaimana* tradisi lokal beradaptasi dengan pengetahuan ini, dan *apa* implikasinya terhadap keberlanjutan mata pencaharian dan lingkungan. Pendekatan etnosains (Akmal et al., 2020; Ilhami et al., 2021; Sahara et al., 2022) sangat relevan di sini, karena memungkinkan integrasi pengetahuan tradisional nelayan dengan konsep fisika konveksi.

Dengan mengkaji SSI ini, siswa dapat belajar fisika secara kontekstual, melihat relevansi konsep perpindahan kalor dalam praktik nyata (Utari et al., 2021). Mereka dapat

membandingkan pemahaman empiris nelayan dengan penjelasan saintifik, menggali perbedaan dan persamaan, serta menghargai nilai kearifan lokal (Citra et al., 2022, Exploration of physics concepts in cultivation of milkfish...). Selain itu, eksplorasi SSI ini mendorong pengembangan literasi saintifik (Wulandari, 2022; Ke et al., 2023, Front. Educ.), kemampuan berpikir kritis, dan penalaran sosio-saintifik, di mana siswa belajar mengevaluasi isu dari berbagai sudut pandang (saintifik, sosial, ekonomi) dan membuat keputusan yang terinformasi (Wulandari, 2022; Ke et al., 2023, Front. Educ.). Misalnya, diskusi dapat mencakup bagaimana perubahan iklim global memengaruhi pola angin lokal dan dampaknya terhadap nelayan, memicu analisis yang lebih kompleks yang memadukan fisika atmosfer skala besar dengan isu sosial ekonomi lokal. Dengan demikian, fenomena angin darat dan angin laut pada nelayan Tuban adalah SSI yang kaya dan relevan untuk pembelajaran fisika berbasis etnosains.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan penelitian tentang pemanfaatan fenomena angin darat dan angin laut oleh nelayan Tuban dalam konteks konsep fisika perpindahan kalor, dapat ditarik beberapa kesimpulan penting:

Validasi Pengetahuan Lokal Nelayan

Nelayan Tuban memiliki pemahaman yang akurat mengenai fenomena angin darat dan angin laut. Mereka memahami bahwa angin darat berhembus dari darat ke laut pada malam hari, sedangkan angin laut berhembus dari laut ke darat pada siang hari¹. Pemahaman empiris ini selaras dengan penjelasan saintifik tentang perpindahan kalor secara konveksi, di mana perbedaan kapasitas panas spesifik antara daratan dan lautan menciptakan perbedaan suhu yang memicu pergerakan udara¹.

Integrasi Kearifan Lokal dalam Praktik Melaut

Aktivitas melaut nelayan Tuban sangat dipengaruhi oleh pengetahuan tentang angin darat dan angin laut. Para nelayan memanfaatkan angin darat untuk membantu perjalanan menuju tengah laut pada malam hari, dan menggunakan angin laut untuk membantu kepulangan pada siang hari^{1,2}. Strategi ini menunjukkan efisiensi dalam pemanfaatan energi alam dan mencerminkan adaptasi teknologi yang seimbang antara praktik modern dan kearifan lokal¹.

Relevansi dalam Konteks Etnosains dan Pembelajaran

Pengetahuan tradisional nelayan Tuban merupakan contoh nyata dari indigenous knowledge yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran fisika berbasis etnosains¹. Fenomena angin darat dan angin laut sebagai manifestasi perpindahan kalor secara konveksi memberikan konteks pembelajaran yang autentik, membantu siswa memahami bahwa konsep fisika terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari masyarakat^{1,3}.

Dimensi Sosio-Saintifik

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi bahwa fenomena angin darat dan angin laut di Tuban merupakan Isu Sosio-Saintifik (SSI) yang kompleks, memadukan aspek saintifik (konveksi atmosfer) dengan dimensi sosial seperti mata pencaharian, keselamatan, tradisi, dan pengetahuan empiris¹. Hal ini menunjukkan bahwa sains tidak hanya berupa rumus teoretis, tetapi memiliki implikasi langsung terhadap kehidupan sosial ekonomi masyarakat.

Strategi Adaptasi dan Ketangguhan Nelayan

Nelayan Tuban menunjukkan kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap perubahan kondisi cuaca dan suhu dengan selalu memantau perubahan angin dan cuaca, serta memiliki kesiapan fisik dan peralatan yang memadai¹. Mereka juga mengaitkan perubahan kondisi cuaca dengan hasil tangkapan ikan, menunjukkan pemahaman holistik tentang ekosistem laut¹.

Potensi Pengembangan Energi Alternatif

Data menunjukkan bahwa wilayah pesisir Tuban memiliki potensi angin yang cukup besar dengan kecepatan rata-rata 5,7-8,8 m/s, yang dapat dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin. Hal ini membuka peluang pengembangan energi terbarukan di wilayah tersebut.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa kearifan lokal nelayan Tuban dalam memanfaatkan fenomena angin darat dan angin laut tidak hanya memiliki dasar saintifik yang kuat, tetapi juga berpotensi besar sebagai sumber pembelajaran fisika berbasis etnosains yang kontekstual dan bermakna.

REFERENSI

- Akmal, A. U., Lestari, T., Asra A., Effendy, F., & Skunda. (2020). Analisis Etnosains dalam Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar Kota Padang dan Bukittinggi. *Jurnal Inovasi Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 4(2), 68–77.
- Anggraeni, S. N. H., Sudarti, & Yushardi. (2022). Pemanfaatan Fenomena Angin Darat Dan Angin Laut Oleh Nelayan Untuk Mencari Ikan di Pantai Puger Kabupaten Jember. *Jurnal Sains Riset*, 12(3), 604–611.
- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., Setiadi, I., & Zahra, R. A. (2022). Kajian Etnofisika Pada Tari Soya-Soya Sebagai Sumber Ajar Fisika. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 333–338.
- Citra, N. F., Suprpto, N., & Admoko, S. (2022). Exploration of physics concepts in cultivation of milkfish as an ethnoscience study in Sidoarjo. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 10(1), 107–118.
- Febrianty, W., Saputra, R. D., Amri, H. A., Rahmat, F. N., Handayani, R. D., & Putra, P. D. A. (2023). Eksplorasi Konsep Fisika Keseimbangan Benda Tegar Pada Permainan Tradisional Engklek Sebagai Bahan Pembelajaran Fisika. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 109–120. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i1.2761>
- Hancock, T. S., Friedrichsen, P. J., Kinslow, A. T., & Sadler, T. D. (2019). Selecting Socio-scientific Issues for Teaching A Grounded Theory Study of How Science Teachers Collaboratively Design SSI-Based Curricula. *Science & Education*, 28(3-4), 639–667. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00065-x>
- Hasmawati, Pamungkas, M. I., Iftita, N., Salu, T. I., Riefad, F., & Wijaya, Y. (2022). Pengetahuan Nelayan Palanra dalam Menangkap Ikan. *Jurnal Mahasiswa Antropologi*, 1(1), 1–12.
- Ilhami, A., Diniya, S., Ramadhan, C. F., & Sugianto, R. (2021). Analisis Kearifan Lokal Manongkah Kerang di Kabupaten Indragiri Hilir, Riau Sebagai Sumber Belajar IPA Berbasis Etnosains. *Sosial Budaya*, 18(1), 20–27.
- Johnson, B., & Christensen, L. (2004). *Educational research quantitative, qualitative, and mixed approaches*. Pearson.
- Jusriana, A. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Memori Untuk Meningkatkan Daya Ingat Peserta Didik. *Al Asma : Jurnal Pendidikan Islam*, 4(1), 61–70.
- Ke, L., Kirk, E., Lesnfsky, R., & Sadler, T. D. (2023). Exploring system dynamics of complex societal issues through socio-scientific models. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1219224>
- Kirana, D. G., Budiyo, M., & Purnomo, A. R. (2022). Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran IPA Berbasis Socio-Scientific Issues Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *PENSA E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 2(2), 260–265.

- Kurniawan, R., & Syafriani, S. (2020). Media analysis in the development of e-module based guidance inquiry integrated with ethnoscience in learning physics at senior high school. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1).
- Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio- scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224. <https://doi.org/10.1080/09500690600560753>
- Mahardika, I. K., Handono S., Ernasari, R. A., Zahro, F., & Seftiyani, M. A. (2023). Hakikat Fisika Sebagai Pilar Kehidupan. *Jurnal Pendidikan Ilmiah Transformatif*, 7(12).
- Niam. (2024). *Metode Penelitian Kualitatif*. CV Widina Media Utama.
- Sahara, R., Johan, H., & Medriati, R. (2022). Analisis Kebutuhan Pengembangan Modul Berbasis Etnosains Materi Suhu dan Kalor Kelas XI SMAN Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(3), 661-675.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. CV Alfabeta.
- Syaparuddin, Meldianus, & Elihami. (2020). Strategi Pembelajaran Aktif Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar PKn Peserta Didik. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 30-41.
- Utari, K., Mulyaningsih, N. N., Astuti, I. A. D., Bhakti, Y. B., & Zulherman, Z. (2021). Physics calculator application with matlab as a learning media to thermodynamics concept. *Momentum: Physics Education Journal*, 5(2), 101-110.
- Yanti, Y., Kalifah, D. R. N., & Hidayah, N. (2024). Implementing Computational Thinking Skills in Socio Scientific Issue (SSI) of Force Material Around Us at Elementary School. *E3S Web of Conferences*, 482.
- Wulansari, N. A., & Admoko, S. (2021). Eksplorasi Konsep Fisika pada Tari Dhadak Merak Reog Ponorogo. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(2), 163-172.
- Wulandari, A. (2022). Pengembangan Kemandirian Belajar Fisika Dengan Pendekatan Socioscientific Issue. *Jurnal JARLITBANG Pendidikan*, 8(2), 191-200.