

Analisis Penerapan Mekanika Fluida pada Sistem Peredaran Darah

Andreas Silitonga¹ Mailina Samosir² Nomi Marbun³ Sahyar Sahyar⁴

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara, Indonesia^{1,2,3,4}

Email: maysamosir4642@gmail.com²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan siswa dalam menganalisis penerapan mekanika fluida pada sistem peredaran darah. Metode penelitian melibatkan penyebaran kuesioner kepada siswa di SMA Negeri 1 Onan Ganjang. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 32 siswa kelas 11 di SMA Negeri 1 Onan Ganjang, dengan populasi siswa sebanyak 128 siswa kelas 11 SMA Negeri 1 Onan Ganjang. Kuesioner berisi 24 pertanyaan pilihan ganda yang dirancang untuk menilai pemahaman siswa mengenai prinsip dasar mekanika fluida serta kemampuan mereka menerapkan prinsip-prinsip tersebut dalam menganalisis aliran darah. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif untuk mengukur nilai variabel independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa secara keseluruhan menunjukkan 49 % diperoleh informasi bahwa kemampuan siswa dalam menganalisis mata pelajaran fisika dalam bidang biologi pada soal dengan tingkat keseluruhan pada mendapat kategori cukup. Untuk kemampuan siswa berdasarkan taksonomi bloom C1 56,24% kategori cukup, C2 92,70% kategori sangat baik, C3 45,10% kategori cukup, C4 41,66% kategori cukup, C5 39,57% kategori buruk, dan C6 36,45% kategori buruk. Untuk hasil kemampuan siswa dalam LOT 64,68% kategori cukup, dan untuk hasil HOT 39,57% kategori buruk.

Kata Kunci: Fisika dalam Biologi, Pengetahuan Siswa

Abstract

This research aims to measure students' ability to analyze the application of fluid mechanics in the circulatory system. The research method involved distributing questionnaires to students at SMA Negeri 1 Onan Ganjang. The sample used in this study was 32 eleventh-grade students at SMA Negeri 1 Onan Ganjang, with a total eleventh-grade student population of 128. The questionnaire contained 24 multiple-choice questions designed to assess students' understanding of the basic principles of fluid mechanics and their ability to apply these principles in analyzing blood flow. This study used a quantitative descriptive approach to measure the value of the independent variable. The results showed that the overall ability of the students was 49%, indicating that the students' ability to analyze physics subjects in the field of biology on questions overall was in the 'sufficient' category. For students' abilities based on Bloom's taxonomy, C1 was 56.24% 'sufficient', C2 was 92.70% 'very good', C3 was 45.10% 'sufficient', C4 was 41.66% 'sufficient', C5 was 39.57% 'poor', and C6 was 36.45% 'poor'. For the results of students' abilities in LOT (Lower Order Thinking), it was 64.68% 'sufficient', and for HOT (Higher Order Thinking) results, it was 39.57% 'poor'.

Keywords: Physics in Biology, Student Knowledge.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

PENDAHULUAN

Sistem peredaran darah adalah jaringan kompleks yang melibatkan jantung, pembuluh darah dan darah itu sendiri. Sistem ini terbagi menjadi dua jenis sirkulasi: besar dan kecil. Sirkulasi besar bertugas mengedarkan darah kaya oksigen dari jantung ke seluruh tubuh, sedangkan sirkulasi kecil bertanggung jawab atas pertukaran gas di paru-paru, mengambil oksigen dan melepaskan karbon dioksida. Mekanika fluida adalah cabang ilmu fisika yang mempelajari perilaku fluida (cairan dan gas) dan gaya-gaya yang mempengaruhinya. Ilmu ini mencakup dua subdisiplin utama: statika fluida, yang berfokus pada fluida yang tidak bergerak, dan dinamika fluida, yang mempelajari perilaku fluida yang bergerak. Permasalahan yang

menjadi tujuan penelitian ini dilakukan karena masih rendahnya pengetahuan siswa dalam menerapkan pelajaran fisika di bidang lain, kurangnya bahan ajar yang menjelaskan fisika di bidang lain, masih rendahnya pembelajaran fisika di bidang lain.

Pada jurnal *Blood Vessel Branching: Beyond the Standard Calculus Problem*, Wilhelm Roux mengkaji hubungan antara sudut dan jari-jari percabangan pembuluh darah dengan menggunakan beberapa. Sistem peredaran darah adalah suatu sistem yang sangat kompleks dan sulit dimodelkan, terutama dalam hal ini dalam pembuluh darah yang memiliki batasan ruang geometri yang rumit. Pada tahun 2018, penelitian dilakukan untuk membangun alat peraga *circulatory drip chamber* untuk menjelaskan materi sistem peredaran darah, yang mengembangkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menganalisis penerapan mekanika fluida pada sistem peredaran darah. Pada tahun 2024, penelitian lainnya dilakukan menggunakan metode *Lagrange Smooth Particle Hydrodynamic (SPH)* untuk menganalisis aliran darah dalam pembuluh darah manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan simulasi fluida yang dapat digunakan dalam pembelajaran mengenai sistem peredaran darah.

Fluida (zat alir) adalah zat yang dapat mengalir, misalnya zat cair dan gas. Fluida dapat digolongkan dalam dua macam, yaitu fluida statis dan dinamis. Fluida juga merupakan sub-himpunan dari fase benda termasuk cairan, gas, plasma, dan padat plastik. Menurut ensiklopedia Sains dan kehidupan, fluida adalah zat cair atau dengan kata lain zat yang dapat mengalir. Contoh fluida adalah air, minyak goreng, udara, solar, getah, oli, lilin cair, minyak tanah, bensin, darah, dll. Dalam hal ini zat padat bukan termasuk dari golongan fluida karena tidak dapat mengalir. Fluida dapat berubah bentuk sesuai bentuk wadah penampung fluida. Oleh karena itu fluida selalu bekerja secara tegak lurus pada permukaan fluida. Dalam fluida dikenal istilah "Tekanan Gauge" yang artinya adalah nilai atau besarnya tekanan. Tekanan gauge didefinisikan sebagai selisih antara tekanan fluida yang sebenarnya dengan tekanan udara. Tekanan fluida pada suatu titik dalam fluida memiliki nilai yang sama setiap arah. Fluida memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir (atau umumnya kemampuannya untuk mengambil bentuk dari wadah mereka). Sifat ini biasanya dikarenakan sebuah fungsi dari ketidakmampuan mereka mengadakan tegangan geser (*shear stress*) dalam ekuilibrium statik. Konsekuensi dari sifat ini adalah hukum Pascal yang menekankan pentingnya tekanan dalam mengkarakterisasi bentuk fluid. Dapat disimpulkan bahwa fluida adalah zat atau entitas yang terdeformasi secara berkesinambungan apabila diberi tegangan geser walau sekecil apapun tegangan geser itu.

Fluida adalah zat atau subsistem yang akan mengalami deformasi secara berkesinambungan kalau terkena gaya geser (gaya tangensial) walaupun gaya tersebut kecil sekalipun. Dalam fisika, fluida diartikan sebagai suatu zat yang dapat mengalir. Fluida yang koefisien viskositas dinamikanya (μ) bergantung pada temperatur dan tekanan namun tidak bergantung pada besar gradien kecepatan, dikenal dengan Fluida Newtonian. Densitas merupakan pengukuran massa pada setiap volume fluida. Apabila semakin tinggi densitas pada suatu fluida, maka semakin besar juga massa pada setiap volume fluidanya. Aliran fluida merupakan suatu proses yang sering dijumpai di lingkungan dan kehidupan sehari-hari, terlebih dalam bidang teknik. Aliran fluida merupakan bagian ilmu mekanika fluida yang berperan penting dalam merancang sistem perpipaan. Darah adalah media transportasi utama yang mengangkut gas, nutrisi dan produk limbah. Oksigen dari paru-paru diangkut darah dan didistribusikan ke selsel. Karbondioksida yang dihasilkan oleh sel-sel diangkut ke paru-paru untuk dibuang setiap kali kita menghembuskan nafas. Darah juga mengangkut produk-produk limbah lain, seperti kelebihan nitrogen yang dibawa ke ginjal untuk dieliminasi. Darah berperan dalam menjaga pertahanan tubuh dari invasi patogen dan menjaga dari kehilangan darah.

Sistem peredaran darah manusia adalah sistem tubuh yang bertanggung jawab untuk mengangkut darah, nutrisi, gas, dan limbah di seluruh tubuh. Ini terdiri dari jantung, pembuluh darah, dan darah itu sendiri. Sistem peredaran darah manusia dapat dibagi menjadi dua bagian utama yaitu sistem peredaran darah besar (sistemik) yang mengangkut darah dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali ke jantung. Serta sistem peredaran darah kecil (pulmonal) yang mengangkut darah dari jantung ke paru-paru untuk pengoksigenan dan kembali ke jantung.

Dalam mengangkut darah ke jantung atau sebaliknya darah dibawa oleh pembuluh darah. Terdapat tiga tipe dasar dari pembuluh darah yakni yang pertama arteri memiliki dinding otot tebal dan membawa darah dari jantung. Arteri besar membagi berulang kali untuk membentuk arteri terkecil, arteriol, yang terhubung dengan kapiler. Yang kedua kapiler adalah pembuluh darah terkecil dan paling banyak. Dinding tipis mereka sel endotel memungkinkan pertukaran bahan antara darah dan cairan interstitial. Molekul terlarut dipertukarkan oleh difusi. Dan yang ketiga vena memiliki dinding lebih tipis dari arteri dan membawa darah dari kapiler menuju jantung. Vena terkecil adalah venula, yang membawa darah dari kapiler dan bergabung untuk membentuk vena kecil. Vena berisi katup yang mencegah aliran balik darah. Darah beredar dari daerah tekanan tinggi ke daerah tekanan rendah. Tekanan darah adalah tertinggi di ventrikel dan terendah di atrium. Tekanan darah sistemik menurun saat darah dibawa ke kapiler. Kontraksi otot rangka dan gerakan pernapasan adalah kekuatan penting yang membantu kembalinya darah vena. Kecepatan Darah berbanding terbalik dengan luas penampang seluruh pembuluh darah. Kecepatan darah tertinggi di aorta dan terendah di kapiler. Lalu ada viskositas dalam fluida. Viskositas adalah ukuran atau internal antarmolekul gesekan dalam fluida atau, dengan kata lain, dari kecenderungan cairan untuk melawan arus. Tingkat aliran berbanding terbalik dengan viskositas, yaitu semakin besar viskositas fluida, semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk memindahkan cairan itu. Dengan demikian, perubahan viskositas darah mempengaruhi alirannya.

Salah satu metode yang digunakan dalam situasi klinis adalah dengan memakai suatu flowmeter ultrasonik yang diterapkan pada permukaan kulit melalui pembuluh darah. Ini memanfaatkan efek Doppler (pergeseran dalam frekuensi gelombang ultrasonik ketika mereka terpantul bergerak sel darah). Ini merupakan non-invasif dan metode yang berguna untuk menilai kondisi pembuluh darah perifer, penyakit pembuluh darah perifer atau setelah operasi vaskuler misalnya. Dalam kesempatan ini, penelitian akan mengumpulkan data dari siswa dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menganalisis penerapan mekanika fluida pada sistem peredaran darah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan siswa secara keseluruhan, kemampuan siswa berdasarkan taksonomi bloom, dan kemampuan rendah atau tinggi (LOT dan HOT).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah dekriptif kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif yang bersifat deskriptif merupakan metode yang mendeskripsikan atau menguraikan situasi masalah di suatu tempat. Penelitian ini berfokus pada kemampuan siswa dalam menganalisis aliran darah, terutama dalam hal ini adalah pembuluh darah yang memiliki batasan ruang geometri yang rumit. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai variabel mandiri, baik satu variabel atau lebih (independen) tanpa membuat perbandingan, atau menghubungkan dengan variabel yang lain. Pendekatan penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan dari hasilnya. Pendekatan ini juga dihubungkan dengan variabel penelitian yang memfokuskan pada masalah-masalah terkini dan fenomena yang sedang terjadi pada saat sekarang dengan bentuk hasil penelitian berupa angka-angka

yang memiliki makna. Populasi yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 32 siswa, pada kelas 11 SMA dengan menggunakan teknik simple random sampling. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini menggunakan lembar observasi. Penilaian yang digunakan dalam penelitian ini diinterpretasikan berdasarkan rata rata skor yang didapat oleh para siswa dengan menggunakan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah soal benar}}{\text{Jumlah soal keseluruhan}} \times 100\%$$

Dengan mengacu pada kriteria ketentuan penilaian berdasarkan 5 kategori yang ada pada tabel 1.

Tabel.1 Kriteria Ketentuan Penilaian

Rata rata skor kemampuan siswa	Kategori Penilaian
81-100	A (Sangat Baik)
61-80	B (Baik)
41-60	C (Cukup)
21-40	D (Buruk)
0-20	E (Sangat Buruk)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Tes Tingkat C1

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C1
putri diana pakpahan	3	100
Rosauli Feronika simatupang	1	33.33
Dela Keszya Marbun	3	100
Bunga Lestari Samosir	1	33.33
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	3	0
Duma ria nainggolan	3	0
Suriana Marbun	1	33.33
Anita Rahmawati Marbun	1	33.33
Tia Aulina Banjarnahor	1	33.33
Anisa Marchella Sinaga	3	100
Jernita Ratri Simanullang	3	100
angel Sinaga	0	0
Regina Verbi Sihombing	1	33.33
Elseria silaban	3	100
Marten Tampubolon	1	33.33
Arzetti silaban	1	33.33
Elsan siringoringo	1	33.33
Therecia Simanullang	1	33.33
Lamcas Sihombing	2	66.66
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	3	100
Andriani Novella Siregar	3	100
Ayu Anihta Tambunan	1	33.33
Edelia Stefany	1	33.33
Reflandi Simbolon	1	33.33
Jonatan Willy Banjar Nahor	1	33.33
Cristina Ayu Siahaan	3	100
Elishabeth Marchellina	3	100
Maya Masita Tampubolon	3	100
Juspen Marbun	1	33.33
Sahabat simanullang	3	100
Jelita Refita Marbun	3	100
Emwyna sihotang	1	33.33
Rata Rata	56.24	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 2 diperoleh hasil pada kategori cukup dalam tingkat mengingat soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat mengingat soal fisika dalam bidang biologi memperoleh hasil 56,24 % dengan kataegori cukup, tetapi hal ini masih perlu pengawasan dan bimbingan lagi.

Tabel 3. Hasil Tes Tingkat C2

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C1
putri diana pakpahan	3	100
Rosauli Feronika simatupang	3	100
Dela Keszya Marbun	3	100
Bunga Lestari Samosir	3	100
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	3	100
Duma ria nainggolan	3	100
Suriana Marbun	3	100
Anita Rahmawati Marbun	3	100
Tia Aulina Banjarnahor	2	66.66
Anisa Marchella Sinaga	3	100
Jernita Ratri Simanullang	3	100
angel Sinaga	3	100
Regina Verbi Sihombing	3	100
Elseria silaban	3	100
Marten Tampubolon	3	100
Arzetti silaban	3	100
Elsan siringoringo	3	100
Therecia Simanullang	3	100
Lamcas Sihombing	3	100
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	3	100
Andriani Novella Siregar	2	66.66
Ayu Anihta Tambunan	3	100
Edelia Stefany	3	100
Reflandi Simbolon	3	100
Jonatan Willy Banjar Nahor	3	100
Cristina Ayu Siahahan	2	66.66
Elishabeth Marchellina	1	33.33
Maya Masita Tampubolon	3	100
Juspen Marbun	1	33.33
Sahabat simanullang	3	100
Jelita Refita Marbun	3	100
Emwyna sihotang	3	100
Rata Rata	92.70	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 3 diperoleh hasil 92,70% pada kategori sangat baik dalam tingkat memahamai soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat memahami soal fisika dalam bidang biologi berada pada tingkat sangat baik, para siswa dapat mempertahankan dan meningkatkan kemampuan tersebut.

Tabel 4. Hasil Tes Tingkat C3

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C3
putri diana pakpahan	2	66.66
Rosauli Feronika simatupang	0	0
Dela Keszya Marbun	2	66.66
Bunga Lestari Samosir	0	0
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	0	0

Duma ria nainggolan	0	0
Suriana Marbun	0	0
Anita Rahmawati Marbun	2	66.66
Tia Aulina Banjarnahor	2	66.66
Anisa Marchella Sinaga	3	100
Jernita Ratri Simanullang	3	100
angel Sinaga	2	66.66
Regina Verbi Sihombing	0	0
Elseria silaban	2	66.66
Marten Tampubolon	0	0
Arzetti silaban	0	0
Elsan siringoringo	3	100
Therecia Simanullang	1	33.33
Lamcas Sihombing	1	33.33
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	1	33.33
Andriani Novella Siregar	2	66.66
Ayu Anihtha Tambunan	1	33.33
Edelia Stefany	3	100
Reflandi Simbolon	1	33.33
Jonatan Willy Banjar Nahor	3	10
Cristina Ayu Siahaan	1	33.33
Elishabeth Marchellina	1	33.33
Maya Masita Tampubolon	3	100
Juspen Marbun	1	33.33
Sahabat simanullang	3	100
Jelita Refita Marbun	1	33.33
Emwyna sihotang	2	66.66
Rata Rata	45.10	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 4 diperoleh hasil 45,10% pada kategori cukup dalam tingkat penerapan soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat penerapan soal fisika dalam bidang biologi sudah berada pada tingkat cukup, tetapi hal ini masih perlu pengawasan dan bimbingan lagi.

Tabel 5. Hasil Tes Tingkat C4

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C4
putri diana pakpahan	3	100
Rosauli Feronika simatupang	1	33.33
Dela Keszya Marbun	3	100
Bunga Lestari Samosir	1	33.33
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	1	33.33
Duma ria nainggolan	0	0
Suriana Marbun	1	33.33
Anita Rahmawati Marbun	3	100
Tia Aulina Banjarnahor	1	33.33
Anisa Marchella Sinaga	3	100
Jernita Ratri Simanullang	1	33.33
angel Sinaga	0	0
Regina Verbi Sihombing	1	33.33
Elseria silaban	1	33.33
Marten Tampubolon	1	33.33
Arzetti silaban	0	0
Elsan siringoringo	3	100
Therecia Simanullang	1	33.33
Lamcas Sihombing	1	33.33

Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	1	33.33
Andriani Novella Siregar	0	0
Ayu Anihtha Tambunan	2	66.66
Edelia Stefany	2	66.66
Reflandi Simbolon	0	0
Jonatan Willy Banjar Nahor	1	33.33
Cristina Ayu Siahaan	1	33.33
Elishabeth Marchellina	0	0
Maya Masita Tampubolon	3	100
Juspen Marbun	0	0
Sahabat simanullang	3	100
Jelita Refita Marbun	1	33.33
Emwyna sihotang	0	0
Rata Rata	41.66	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 5 diperoleh hasil 41,66% pada kategori cukup dalam tingkat analisis soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat analisis soal fisika dalam bidang biologi sudah berada pada tingkat cukup, tetapi hal ini masih perlu pengawasan dan bimbingan lagi.

Tabel 6. Hasil Tes Tingkat C5

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C5
putri diana pakpahan	4	66.66
Rosauli Feronika simatupang	1	16.66
Dela Keszya Marbun	3	50
Bunga Lestari Samosir	1	16.66
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	2	33.33
Duma ria nainggolan	4	66.66
Suriana Marbun	1	16.66
Anita Rahmawati Marbun	0	0
Tia Aulina Banjarnahor	2	33.33
Anisa Marchella Sinaga	3	100
Jernita Ratri Simanullang	1	16.66
angel Sinaga	2	33.33
Regina Verbi Sihombing	2	33.33
Elseria silaban	4	66.66
Marten Tampubolon	1	16.66
Arzetti silaban	4	66.66
Elsan siringoringo	2	33.33
Theracia Simanullang	4	66.66
Lamcas Sihombing	4	66.66
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	1	16.66
Andriani Novella Siregar	3	50
Ayu Anihtha Tambunan	2	33.33
Edelia Stefany	2	33.33
Reflandi Simbolon	1	16.5
Jonatan Willy Banjar Nahor	3	50
Cristina Ayu Siahaan	3	50
Elishabeth Marchellina	1	16.66
Maya Masita Tampubolon	2	33.33
Juspen Marbun	1	16.66
Sahabat simanullang	5	83.33
Jelita Refita Marbun	2	33.33
Emwyna sihotang	2	33.33
Rata Rata	39.57	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 6 diperoleh hasil 39,57% pada kategori buruk dalam tingkat evaluasi soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat evaluasi soal fisika dalam bidang lain berada pada tingkat yang buruk, siswa tidak dapat menerapkan soal fisika dalam bidang lain.

Tabel 7. Hasil Tes Tingkat C6

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat C6
putri diana pakpahan	1	16.66
Rosauli Feronika simatupang	2	33.33
Dela Keszya Marbun	2	33.33
Bunga Lestari Samosir	2	33.33
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	3	50
Duma ria nainggolan	2	66.66
Suriana Marbun	1	16.66
Anita Rahmawati Marbun	0	0
Tia Aulina Banjarnahor	2	33.33
Anisa Marchella Sinaga	2	33.33
Jernita Ratri Simanullang	3	50
angel Sinaga	4	66.66
Regina Verbi Sihombing	2	33.33
Elseria silaban	4	66.66
Marten Tampubolon	2	33.33
Arzetti silaban	3	50
Elsan siringoringo	3	50
Theracia Simanullang	1	16.66
Lamcas Sihombing	0	0
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	0	0
Andriani Novella Siregar	0	0
Ayu Anihta Tambunan	3	50
Edelia Stefany	3	50
Reflandi Simbolon	2	33.33
Jonatan Willy Banjar Nahor	3	50
Cristina Ayu Siahaan	4	66.66
Elishabeth Marchellina	3	50
Maya Masita Tampubolon	2	33.33
Juspen Marbun	2	33.33
Sahabat simanullang	2	33.33
Jelita Refita Marbun	4	66.66
Emwyna sihotang	1	16.6
Rata Rata	36,45	

Berdasarkan data yang didapat pada tabel 7 diperoleh hasil 36,45% pada kategori buruk dalam tingkat mengkreasi soal fisika dalam bidang biologi. Kemampuan siswa pada tingkat kreasi soal fisika dalam bidang lain berada pada tingkat yang buruk, siswa tidak dapat menerapkan soal fisika dalam bidang lain.

Tabel 8. Hasil Tes Tingkat Low Other Thingking

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat LOT
putri diana pakpahan	8	88.88
Rosauli Feronika simatupang	4	44.44
Dela Keszya Marbun	8	88.88
Bunga Lestari Samosir	4	44.44
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	6	33.33
Duma ria nainggolan	6	33.33

Suriana Marbun	4	44.44
Anita Rahmawati Marbun	6	66.66
Tia Aulina Banjarnahor	5	55.55
Anisa Marchella Sinaga	9	100
Jernita Ratri Simanullang	9	100
angel Sinaga	5	55.55
Regina Verbi Sihombing	4	44.44
Elseria silaban	8	88.88
Marten Tampubolon	4	44.44
Arzetti silaban	4	44.44
Elsan siringoringo	7	77.77
Therecia Simanullang	5	55.55
Lamcas Sihombing	6	66.66
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	7	77.77
Andriani Novella Siregar	7	77.77
Ayu Anihta Tambunan	5	55.55
Edelia Stefany	7	77.77
Reflandi Simbolon	5	55.55
Jonatan Willy Banjar Nahor	7	47.77
Cristina Ayu Siahaan	6	66.66
Elishabeth Marchellina	5	55.55
Maya Masita Tampubolon	9	100
Juspen Marbun	3	33.33
Sahabat simanullang	9	100
Jelita Refita Marbun	7	77.77
Emwyna sihotang	6	66.66
Rata Rata	64.68	

Berdasarkan data rata rata skor kemampuan siswa pada tinngkat C1-C3 diperoleh hasil pada kategori cukup pada kemampuan low other thingking. Siswa cukup mampu dalam berpikir dan menyelesaikan soal pada tingkat dasar mengingat, memahami, dan menerapkan, namun hal ini perlu pengawasan lebih lanjut dan bimbingan yang lebih dalam lagi.

Tabel 9. Hasil Tes Tingkat High Other Thingking

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor tingkat HOT
putri diana pakpahan	8	61.10
Rosauli Feronika simatupang	4	27.77
Dela Keszya Marbun	8	61.11
Bunga Lestari Samosir	4	27.77
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	6	38.88
Duma ria nainggolan	6	44.44
Suriana Marbun	3	22.21
Anita Rahmawati Marbun	3	33.33
Tia Aulina Banjarnahor	5	33.33
Anisa Marchella Sinaga	8	77.77
Jernita Ratri Simanullang	5	33.33
angel Sinaga	6	33.33
Regina Verbi Sihombing	5	33.33
Elseria silaban	9	66.66
Marten Tampubolon	4	27.77
Arzetti silaban	7	38.88
Elsan siringoringo	8	61.11
Therecia Simanullang	6	38.88
Lamcas Sihombing	5	33.33
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	2	16.66

Andriani Novella Siregar	3	16.66
Ayu Anihta Tambunan	7	49.99
Edelia Stefany	7	49.99
Reflandi Simbolon	3	16.66
Jonatan Willy Banjar Nahor	7	44.44
Cristina Ayu Siahaan	8	49.99
Elishabeth Marchellina	4	22.22
Maya Masita Tampubolon	7	55.55
Juspen Marbun	3	16.66
Sahabat simanullang	10	72.22
Jelita Refita Marbun	7	44.44
Emwyna sihotang	3	16.66
Rata Rata	39.57	

Berdasarkan data rata rata skor kemampuan siswa pada tinngkat C4-C6 diperoleh hasil 39,57 % pada kategori sangat buruk pada kemampuan high other thingking. Siswa tidak mampu dalam berpikir dan menyelesaikan soal pada tingkat lanjutan menganalisis, mengevaluasi, dan mengkreasi fisika dalam bidang biologi, hal ini perlu pengawasan lebih lanjut dan bimbingan yang lebih dalam lagi.

Tabel 10. Hasil Tes Keseluruhan

Nama Siswa	Jumlah soal Benar	Skor Total
putri diana pakpahan	16	66.66
Rosauli Feronika simatupang	8	33.33
Dela Keszya Marbun	16	66.66
Bunga Lestari Samosir	8	33.33
Cindy Ayu Felisa Sitanggang	9	37.5
Duma ria nainggolan	11	45.83
Suriana Marbun	7	29.16
Anita Rahmawati Marbun	11	45.83
Tia Aulina Banjarnahor	10	41.66
Anisa Marchella Sinaga	20	83.33
Jernita Ratri Simanullang	14	58.33
angel Sinaga	11	45.83
Regina Verbi Sihombing	9	37.5
Elseria silaban	17	70.83
MARTEN TAMPUBOLON	8	33.33
Arzetti silaban	11	45.83
Elsan siringoringo	15	62.5
Theracia Simanullang	11	45.83
Lamcas Sihombing	11	45.83
Diva Queena Brilian Elvrida Hutasoit	9	37.5
Andriani Novella Siregar	10	41.66
Ayu Anihta Tambunan	12	50
Edelia Stefany	14	58.33
Reflandi Simbolon	8	33.33
Jonatan Willy Banjar Nahor	15	62.5
Cristina Ayu Siahaan	14	58.33
Elishabeth Marchellina	9	37.5
Maya Masita Tampubolon	16	66.66
Juspen Marbun	6	25
Sahabat simanullang	19	79.16
Jelita Refita Marbun	14	58.33
Emwyna sihotang	9	37.5
Rata Rata	49.21	

Dari data yang didapat pada tabel 10 rata-rata skor hasilnya menunjukkan 49 % diperoleh informasi bahwa kemampuan siswa dalam menganalisis mata pelajaran fisika dalam bidang biologi pada soal dengan tingkat keseluruhan pada mendapat kategori cukup. Dalam hal ini siswa masih memerlukan bimbingan lebih lanjut dari pendidik.

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan siswa secara keseluruhan dalam menerapkan fisika dalam bidang biologi menunjukkan hasil sebesar 49,21% dengan kategori cukup. Siswa tergolong pada kategori cukup dalam kemampuan interdisiplin dalam bidang biologi, maka perlunya menekankan peningkatan bimbingan dan metode pengajaran yang lebih efektif dalam bidang biologi dan juga dalam bidang ilmu lainnya. Untuk kemampuan siswa dalam menerapkan fisika dalam bidang biologi berdasarkan taksonomi bloom C1-C6 yaitu berdasarkan taksonomi bloom C1 sebesar 56,24% pada kategori cukup, untuk C2 sebesar 92,70% pada kategori sangat baik, untuk C3 sebesar 45,10% pada kategori cukup, untuk C4 sebesar 41,66% pada kategori cukup, untuk C5 sebesar 39,57% pada kategori buruk, dan untuk C6 sebesar 36,45% pada kategori buruk. dalam mata pelajaran fisika pada tingkat kognitif rendah (C1-C3) tergolong cukup, di mana siswa mampu mengingat, memahami, dan menerapkan konsep dasar, meskipun masih membutuhkan pengawasan dan bimbingan tambahan. Sebaliknya, pada tingkat kognitif tinggi (C4-C6), kemampuan siswa buruk, terutama dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan konsep fisika yang kompleks serta menerapkannya pada bidang biologi. Untuk hasil kemampuan siswa dalam menerapkan fisika dalam bidang biologi berdasarkan kemampuan rendah dan tinggi (LOT dan HOT) yaitu pada hasil LOT sebesar 64,68% pada kategori cukup, dan untuk hasil HOT sebesar 39,57% pada kategori buruk. Untuk itu, pada penelitian selanjutnya memberikan solusi atas kurangnya pemahaman siswa SMA dalam menerapkan fisika pada bidang biologi.

Ucapan Terima Kasih

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Sahyar, M.S., M.M., dosen pengampu yang telah memberikan bimbingan sehingga artikel ini dapat diselesaikan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan artikel ini. Semoga artikel ini dapat menjadi sumber referensi yang berguna dan memberikan kontribusi bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam mencari solusi untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA dalam menerapkan fisika dalam berbagai bidang ilmu, termasuk biologi dan disiplin ilmu lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J. (2011). Blood Vessel Branching: Beyond the Standard Calculus Problem. *Mathematics Magazine*, 6(1), 196-207.
- Amali Putra, F. Y. (2021). Pendampingan Implementasi pendekatan saintifik mata pelajaran IPA pada SMPN di kabupaten agam sumatera barat. *Jurnal Bina Tambang*, 6(4), 298-303.
- Ghurri, A. (2014). *Dasar-Dasar Mekanika Fluida*. Bali: Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Hendratta, L. A., & Tangkudung, H. (2019). *Mekanika Fluida*. Manado: Unsrat Press.
- Imasnuna, L., Faizah, U., & Qosyim, A. (2016). Pengembangan Alat Peraga "Circulatory Bottle" Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas VII Pada Materi Sistem Peredaran Darah Pada Manusia. *Jurnal Pendidikan Sains*, 4(2), 1-9.
- Manik, J. T., Soetanto, W., Hanny, M., & Pandiangan, T. (2022). Sosialisasi Pemanfaatan Fisika Radiasi dalam Bidang Kesehatan Kepada Siswa Kelas X di SMA Tramita Tangerang. *Journal of Community Services: Sustainability & Empowerment*, 02(02), 1-6.

- Oktavianti, D. (2016). Penggunaan Metode Pengali Lagrange Dalam Optimasi Sampling Hutan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Owen, B., Bojdo, N., Jivkov, A., Keavney, B., & Revell, A. (2018). Structural modelling of the cardiovascular system. *Biomechanics and Modeling in Mechanobiology*, 12171242.
- Rosita, L. (2019). Hematologi Dasar. Yogyakarta: katalog dalam terbitan.
- Sugiyono. 2013. Metode Pendidikan: Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D. Bandung: Alfabeta.
- Sumiati. (2018). Sistem Peredaran Darah Manusia . Bandung: Progran Studi Pendidikan Biologi Fakultas tarbiah dan Keguruan UIN Sunan Gunang Djati.