



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 7660-7671

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Systematic Literature Review: Barisan Fibonacci sebagai Konteks Pengembangan Self-Regulated Learning dalam Pembelajaran Matematika

Dhea Arsita Sari, Azainil Azainil, Ariantje Dimpudus

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman

*dhearsitasari0@gmail.com, azainil@fkip.unmul.ac.id, ariantjemath@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi Barisan Fibonacci sebagai konteks pengembangan Self-Regulated Learning (SRL) dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Self-Regulated Learning merupakan kemampuan siswa dalam merencanakan, memantau, mengendalikan, dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri sehingga siswa mampu mengembangkan tanggung jawab, disiplin, dan kesadaran terhadap proses belajarnya. Barisan Fibonacci dipilih karena memiliki karakteristik pola, rekursi, dan keterkaitan dengan berbagai fenomena alam, seni, arsitektur, serta budaya yang dapat mendukung pembelajaran matematika yang kontekstual, menarik, dan bermakna. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis artikel ilmiah yang diperoleh dari database Google Scholar, ERIC, Scopus, ScienceDirect, dan GARUDA. Proses kajian mengikuti tahapan PRISMA yang meliputi identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi artikel berdasarkan kriteria relevansi, kualitas, dan keterbaruan penelitian. Hasil kajian menunjukkan bahwa penggunaan Barisan Fibonacci dalam pembelajaran matematika mampu mendukung perkembangan berbagai dimensi SRL, seperti penetapan tujuan belajar, pemantauan diri, regulasi strategi, motivasi intrinsik, evaluasi diri, serta kemampuan reflektif siswa. Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis etnomatematika, proyek, pemecahan masalah terbuka, dan pemrograman reflektif yang memanfaatkan konteks Fibonacci terbukti meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, kreativitas, kemampuan berpikir logis, komunikasi matematis, dan partisipasi aktif siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa Barisan Fibonacci tidak hanya berfungsi sebagai materi matematika, tetapi juga sebagai konteks pembelajaran inovatif yang efektif dalam mengembangkan kemandirian belajar siswa pada pembelajaran matematika abad ke-21.

Kata kunci: Barisan Fibonacci, Self-Regulated Learning, Pembelajaran Matematika, Kemandirian Belajar, Systematic Literature Review.

1. Latar Belakang

Barisan Fibonacci merupakan salah satu barisan bilangan paling dikenal dalam sejarah matematika. Barisan ini tersusun atas urutan bilangan: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, dan seterusnya, yang dibangun berdasarkan rumus rekursif $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$, dengan kondisi awal $F_0 = 0$ dan $F_1 = 1$. Barisan ini pertama kali diperkenalkan kepada dunia Barat oleh Leonardo Fibonacci pada sekitar tahun 1170 melalui karyanya Liber Abaci, meskipun barisan serupa telah muncul jauh sebelumnya dalam tradisi matematika India. Keunikan dan keindahan Barisan Fibonacci telah lama menarik perhatian para matematikawan, ilmuwan, dan pendidik, mengingat kekayaan hubungan yang dimilikinya dengan berbagai bidang ilmu pengetahuan, seni, dan alam semesta [1][2].

Dari perspektif matematika murni, Barisan Fibonacci menyimpan sejumlah sifat yang luar biasa dan mengundang eksplorasi yang mendalam. Rasio antara dua suku berturut-turut dalam barisan ini secara bertahap konvergen menuju bilangan irasional yang dikenal sebagai rasio emas ($\phi \approx 1,618$), sebuah konstanta yang ditemukan hadir di berbagai pola dalam alam, arsitektur, dan seni. Selain itu, terdapat pula identitas-identitas matematis yang menarik seperti Identitas Cassini, hubungan Barisan Fibonacci dengan Segitiga Pascal, serta keterkaitannya dengan bilangan prima dan deret Lucas. Kekayaan sifat-sifat ini menjadikan Barisan Fibonacci bukan sekadar topik yang menarik secara estetika, melainkan juga sebuah laboratorium matematis yang kaya bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi [1].

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, terdapat tuntutan yang semakin besar terhadap pengembangan kompetensi belajar mandiri atau Self-Regulated Learning (SRL) pada diri siswa. SRL didefinisikan oleh Zimmerman [12]

Systematic Literature Review: Barisan Fibonacci sebagai Konteks Pengembangan Self-Regulated Learning dalam Pembelajaran Matematika

sebagai proses aktif dan konstruktif di mana siswa secara mandiri menetapkan tujuan belajar mereka sendiri, kemudian berupaya memantau, mengendalikan, dan mengatur kognisi, motivasi, serta perilaku mereka sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Kompetensi ini terbukti menjadi prediktor terkuat bagi prestasi akademik jangka panjang, termasuk dalam bidang matematika. Siswa yang memiliki SRL yang kuat tidak hanya mampu menjawab soal, tetapi juga mampu merancang pendekatan pemecahan masalah, memantau kemajuan mereka sendiri, menyesuaikan strategi yang digunakan, dan mengevaluasi kualitas hasil belajar mereka secara kritis [3][13].

Kurikulum Merdeka yang diluncurkan oleh Kemendikbudristek pada tahun 2022 secara eksplisit menempatkan kemandirian belajar sebagai salah satu dimensi utama dalam Profil Pelajar Pancasila, khususnya pada dimensi mandiri dan bernalar kritis. Dalam konteks ini, Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) menawarkan ruang struktural yang sangat sesuai untuk mengintegrasikan eksplorasi Barisan Fibonacci dengan pengembangan SRL. Eksplorasi berbasis Fibonacci memberikan konteks proyek yang kaya, multidimensional, dan dapat dikaitkan dengan kearifan lokal Indonesia [6].

Dari sudut pandang neurosains kognitif, eksplorasi Barisan Fibonacci mengaktifkan jaringan saraf yang berkaitan dengan pengenalan pola, penalaran induktif, dan pemrosesan estetika secara bersamaan. Aktivasi simultan dari berbagai jaringan kognitif ini berkontribusi pada pembentukan representasi pengetahuan yang lebih kuat dan tahan lama dibandingkan pembelajaran konvensional yang lebih linier dan terprediksi. Lebih jauh, sifat barisan yang terus-menerus mengejutkan siswa dengan pola-pola baru yang tidak terduga, seperti kemunculan ϕ dari rasio suku-suku berturut-turut atau identitas Cassini yang tampak ajaib, menciptakan kondisi kognitif yang para peneliti pendidikan sebut sebagai "desirable difficulties" atau kesulitan yang diinginkan. Kondisi ini terbukti meningkatkan kedalaman pemrosesan informasi dan retensi jangka panjang [1][2].

Meskipun penelitian tentang SRL dalam pendidikan matematika dan penelitian tentang Barisan Fibonacci sebagai konteks belajar telah berkembang secara terpisah, belum terdapat satu pun Systematic Literature Review yang secara khusus mengkaji hubungan antara keduanya. Kesenjangan intelektual ini menjadi latar belakang utama penelitian ini. Melalui pendekatan SLR yang mengikuti protokol PRISMA, penelitian ini berupaya memetakan, menganalisis, dan mensintesis temuan-temuan dari berbagai studi yang relevan guna membangun pemahaman yang komprehensif tentang potensi Barisan Fibonacci sebagai konteks pengembangan SRL dalam pembelajaran matematika.

1.1. Definisi dan Sifat-sifat Barisan Fibonacci

Barisan Fibonacci didefinisikan secara rekursif sebagai $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$ dengan kondisi awal $F_0 = 0$ dan $F_1 = 1$. Struktur rekursif ini bukan sekadar definisi matematis semata, melainkan sebuah model epistemologis yang secara inheren mendorong siswa untuk memecah permasalahan besar menjadi sub-masalah yang lebih kecil, merancang prosedur langkah demi langkah, serta memverifikasi kebenaran setiap langkah sebelum melanjutkan ke langkah berikutnya. Proses kognitif ini sangat selaras dengan karakteristik inti dari SRL, di mana siswa dituntut untuk merencanakan, memantau, dan mengevaluasi proses belajar mereka secara sistematis [3].

Terdapat beberapa sifat matematis kunci yang menjadikan Barisan Fibonacci sebagai konteks SRL yang istimewa. Pertama, rasio emas (ϕ): rasio suku-suku berturut-turut F_{n+1}/F_n berkonvergensi menuju $\phi = (1+\sqrt{5})/2 \approx 1,618...$, sebuah limit yang hanya dapat ditemukan melalui pengamatan aktif dan pemantauan pola secara berkelanjutan. Proses pengamatan ini identik dengan dimensi self-monitoring dalam SRL. Kedua, Identitas Cassini yang menyatakan bahwa $F_{n-1} \cdot F_{n+1} - F_n^2 = (-1)^n$ menantang siswa untuk membuktikan suatu klaim yang tampak ajaib, sehingga mendorong penetapan tujuan belajar yang spesifik dan penilaian diri yang ketat. Ketiga, keterkaitan Barisan Fibonacci dengan Segitiga Pascal, deret Lucas, serta bilangan prima Fibonacci membuka ruang eksplorasi yang nyaris tidak terbatas, sehingga menjaga motivasi intrinsik siswa tetap tinggi sepanjang proses pembelajaran [1][2].

Dari perspektif sejarah, Barisan Fibonacci pertama kali diperkenalkan kepada dunia Barat oleh Leonardo dari Pisa dalam karyanya *Liber Abaci* (1202) melalui teka-teki populasi kelinci yang terkenal. Namun, jauh sebelum itu, barisan serupa telah muncul dalam tradisi matematika India melalui karya Virahanka (abad ke-7) dan Gopala (abad ke-12) dalam konteks analisis metrum puisi Sansekerta [8]. Fakta historis lintas budaya ini menjadikan Barisan Fibonacci bukan sekadar topik matematis Barat, melainkan warisan intelektual universal yang sangat relevan untuk pendidikan berbasis kearifan lokal di Indonesia [6].

Aspek komputasional Barisan Fibonacci membuka peluang pedagogis yang kaya dalam era pembelajaran berbasis teknologi. Implementasi algoritma Fibonacci menggunakan berbagai bahasa pemrograman seperti Python, Scratch, atau Blockly memungkinkan siswa untuk mengalami secara langsung perbedaan dramatis dalam efisiensi komputasional antara pendekatan rekursif naif, memoization, dan pemrograman dinamis. Ketika siswa mengamati bahwa algoritma rekursif naif membutuhkan waktu komputasi yang meledak secara eksponensial untuk nilai n yang besar, sementara pendekatan memoization menyelesaikan masalah yang sama dalam waktu yang jauh lebih singkat, mereka mengalami sendiri konsekuensi nyata dari pilihan strategi yang berbeda. Pengalaman belajar semacam ini secara langsung melatih dimensi regulasi strategi dalam SRL, di mana siswa belajar untuk secara aktif mengevaluasi dan mengoptimalkan pendekatan yang mereka gunakan berdasarkan kriteria efisiensi yang konkret dan terukur [3][18].

Keistimewaan struktural Barisan Fibonacci juga terlihat pada representasi matriks. Identitas matriks Fibonacci menyatakan bahwa $\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}^n = \begin{bmatrix} F(n+1) & F(n) \\ F(n) & F(n-1) \end{bmatrix}$, yang memungkinkan komputasi suku ke- n menggunakan eksponensiasi matriks cepat, jauh lebih efisien dibandingkan pendekatan rekursif naif yang membutuhkan operasi sebanyak $O(2^n)$. Representasi ini membuka jalan eksplorasi algoritmik yang kaya: siswa dapat membandingkan secara langsung efisiensi berbagai pendekatan komputasi, mulai dari rekursi sederhana, memoization (dynamic programming), rumus Binet menggunakan bilangan irasional ϕ , hingga metode matriks. Perbandingan lintas pendekatan ini secara natural melatih dimensi regulasi strategi dalam SRL, karena siswa belajar bahwa tidak ada satu strategi tunggal yang optimal dalam semua konteks [3].

Dimensi estetika dan alam dari Barisan Fibonacci juga tidak dapat diabaikan sebagai aspek pemotivasi. Pola spiral Fibonacci yang muncul dalam susunan biji bunga matahari, di mana jumlah spiral berlawanan arah selalu merupakan dua bilangan Fibonacci berurutan (misalnya 34 dan 55), dalam susunan sisik kerucut pinus, dalam filotaksis daun, serta dalam proporsi cangkang nautilus memberikan bukti nyata bahwa matematika abstrak memiliki kehadiran konkret di dunia fisik [2]. Koneksi antara abstraksi matematis dan realitas indrawi ini terbukti secara empiris meningkatkan persepsi nilai tugas (task value) siswa, yang merupakan prediktor terkuat keterlibatan belajar dalam model motivasi Eccles & Wigfield [5]. Dengan demikian, sifat-sifat Fibonacci tidak hanya kaya secara matematis, tetapi juga secara psikologis mempersiapkan kondisi optimal bagi berkembangnya SRL.

1.2. Barisan Fibonacci dalam Kurikulum Merdeka

Dalam Kurikulum Merdeka, Barisan Fibonacci pertama kali muncul secara eksplisit pada Fase D (Kelas VIII SMP) dalam topik pola bilangan, kemudian diperdalam pada Fase E-F (SMA) dalam konteks barisan dan deret. Permendikbudristek Nomor 12 Tahun 2024 secara eksplisit mendorong eksplorasi berbasis proyek yang mengembangkan profil kemandirian siswa [7]. Hal ini menciptakan ruang yang sempurna untuk integrasi Fibonacci-SRL di kelas matematika.

Secara lebih rinci, peta penempatan Barisan Fibonacci dalam Capaian Pendidikan (CP) Kurikulum Merdeka mencakup beberapa fase perkembangan. Pada Fase D (SMP Kelas VII-IX), siswa diharapkan mampu mengenali pola bilangan dan menyatakan aturan umum suatu barisan. Barisan Fibonacci digunakan sebagai salah satu contoh utama barisan non-aritmetik dan non-geometrik yang menantang siswa untuk menemukan pola melalui observasi induktif. Pada Fase E (SMA Kelas X), Fibonacci muncul dalam konteks barisan dan deret tak hingga di mana siswa menganalisis konvergensi rasio $F(n+1)/F(n)$ menuju ϕ . Sementara itu, pada Fase F (SMA Kelas XI-XII), eksplorasi diperdalam melalui pembuktian identitas matematis Fibonacci menggunakan induksi matematis serta eksplorasi hubungannya dengan bilangan prima dan teori bilangan dasar [7].

Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5) memberikan wadah struktural yang sangat tepat untuk integrasi Fibonacci-SRL. Tema P5 'Kearifan Lokal' memungkinkan siswa mengeksplorasi pola Fibonacci dalam artefak budaya Indonesia, mulai dari motif batik, anyaman, hingga arsitektur tradisional, sambil mendokumentasikan perjalanan belajar mereka dalam portofolio reflektif. Proses ini secara simultan mengaktifkan seluruh dimensi SRL: penetapan tujuan proyek (perencanaan), pemantauan kemajuan eksplorasi (monitoring), penyesuaian strategi saat menemukan hambatan (regulasi), serta refleksi akhir tentang nilai yang dipelajari (evaluasi diri). Struktur P5 yang bersifat lintas disiplin juga memungkinkan kolaborasi antara guru matematika, guru seni budaya, dan guru informatika dalam merancang pengalaman belajar holistik berbasis Fibonacci [6][7].

Implementasi Kurikulum Merdeka masih menghadapi tantangan nyata di lapangan. Hasil kajian Rahmadi & Hasanah [10] menunjukkan bahwa sebagian besar guru matematika di Indonesia belum memiliki pemahaman yang

memadai tentang potensi pedagogis Barisan Fibonacci di luar definisi dasarnya. Pelatihan guru yang terfokus pada eksplorasi Fibonacci sebagai konteks SRL bukan sekadar konten modul menjadi kebutuhan mendesak dalam agenda pengembangan profesional guru matematika Indonesia pasca-implementasi Kurikulum Merdeka.

Aspek interdisipliner dari eksplorasi Barisan Fibonacci juga patut mendapat perhatian khusus dalam konteks pendidikan holistik. Barisan Fibonacci menghubungkan matematika dengan biologi (filotaksis tumbuhan), fisika (gelombang dan getaran), seni dan desain (komposisi visual dan arsitektur), informatika (algoritma dan kompleksitas komputasional), serta sejarah dan filsafat ilmu. Koneksi multidisipliner ini sangat selaras dengan semangat kurikulum terpadu yang menjadi salah satu ciri khas Kurikulum Merdeka. Ketika siswa mengeksplorasi Barisan Fibonacci dalam konteks yang lintas disiplin, mereka tidak hanya mengembangkan pemahaman matematis yang lebih mendalam, tetapi juga membangun pemahaman tentang bagaimana berbagai disiplin ilmu saling terhubung dan saling memperkaya. Kemampuan untuk melihat koneksi lintas disiplin ini merupakan salah satu kompetensi inti yang sangat dibutuhkan di era kompleksitas dan ketidakpastian abad ke-21 [1][7].

1.3. Fibonacci dalam Perspektif Etnomatematika Indonesia

Pendekatan etnomatematika yang dikembangkan oleh D'Ambrosio dan dipopulerkan di Indonesia menempatkan matematika sebagai produk budaya yang tertanam dalam praktik kehidupan sehari-hari suatu komunitas. Dalam kerangka ini, Barisan Fibonacci memiliki kehadiran yang kaya dalam khazanah budaya Nusantara. Pola spiral Fibonacci ditemukan dalam teknik anyaman rotan Kalimantan, proporsi ukiran kayu Jepara, susunan batu pada Candi Prambanan, dan distribusi ornamen pada kain tenun NTT [6]. Kehadiran ini bukan sebuah kebetulan, melainkan mencerminkan intuisi matematis yang berkembang secara organik oleh para pengrajin tradisional selama berabad-abad.

Untuk pendidikan SRL, konteks etnomatematika Fibonacci menawarkan keuntungan ganda yang signifikan. Pertama, kontekstualisasi ini meningkatkan relevansi personal siswa terhadap topik yang dipelajari. Siswa tidak hanya mempelajari barisan angka yang abstrak, tetapi juga warisan budaya komunitas mereka sendiri. Penelitian Septiani & Pujiastuti [11] menunjukkan bahwa kontekstualisasi Fibonacci dalam motif tenun Baduy meningkatkan skor motivasi intrinsik siswa sebesar 34% dibandingkan pembelajaran konvensional. Kedua, eksplorasi etnomatematika bersifat open-ended secara natural: tidak ada satu jawaban tunggal yang benar tentang bagaimana pola Fibonacci termanifestasi dalam sebuah artefak budaya, sehingga mendorong siswa untuk membangun interpretasi matematis mereka sendiri, yang merupakan inti dari self-regulated learning.

1.4. Self-Regulated Learning: Kerangka Teoretis dan Relevansinya dengan Fibonacci

Teori Self-Regulated Learning yang dikembangkan oleh Zimmerman [12] menggambarkan proses belajar mandiri sebagai siklus tiga fase yang berulang: fase perencanaan (forethought), fase pelaksanaan (performance or volitional control), dan fase refleksi diri (self-reflection). Pada fase perencanaan, siswa menetapkan tujuan belajar, mengaktifkan pengetahuan awal, dan memilih strategi yang akan digunakan. Pada fase pelaksanaan, siswa mengimplementasikan strategi tersebut sambil memantau kemajuan mereka secara berkelanjutan. Pada fase refleksi diri, siswa mengevaluasi kinerja mereka, membuat atribusi kausal, dan menyesuaikan pendekatan untuk siklus belajar berikutnya.

Dalam konteks pengukuran SRL di Indonesia, terdapat dua alat utama yang umum digunakan: Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) yang dikembangkan oleh Pintrich et al. [3], dan Self-Regulation Questionnaire (SRQ). Namun, Septiani & Pujiastuti [11] mengungkapkan kritik bahwa kedua alat ini bersifat terlalu umum dan kurang peka terhadap konteks matematis tertentu, seperti saat siswa mengeksplorasi Barisan Fibonacci. Ketika siswa mengeksplorasi pola rekursif, mereka mungkin mengambil keputusan untuk berpindah dari metode numerik ke pendekatan matriks ketika rekursi sederhana berjalan terlalu lambat. Keputusan strategis semacam ini membutuhkan instrumen penilaian yang lebih kontekstual dan spesifik terhadap tugas. Pandangan ini menjadi dasar teoritis yang penting bagi pengembangan alat SRL yang lebih kontekstual dalam penelitian selanjutnya.

Teori Self-Determination (SDT) yang dikemukakan oleh Deci & Ryan [5] memberikan perspektif tambahan yang sangat bermanfaat untuk memahami mengapa Barisan Fibonacci secara konsisten menghasilkan motivasi intrinsik yang tinggi. SDT menyatakan bahwa motivasi intrinsik berkembang dengan baik ketika tiga kebutuhan psikologis dasar terpenuhi: (1) otonomi, yaitu perasaan bahwa individu adalah pengendali pilihan dan tindakan mereka

sendiri; (2) kompetensi, yaitu pengalaman menguasai tantangan yang bermakna secara bertahap; dan (3) keterkaitan, yaitu rasa terhubung dengan sesuatu yang lebih besar dari diri mereka sendiri, baik itu komunitas maupun tradisi. Eksplorasi Barisan Fibonacci secara simultan memenuhi ketiga kebutuhan ini: siswa memiliki kebebasan untuk memilih cara eksplorasi (otonomi), merasakan pencapaian nyata saat berhasil membuktikan Identitas Cassini (kompetensi), dan menemukan keberadaan Fibonacci dalam warisan budaya serta alam di sekitar mereka (keterkaitan). Penggabungan pemenuhan ketiga kebutuhan tersebut menghasilkan motivasi intrinsik yang tidak hanya kuat tetapi juga berkelanjutan melampaui durasi satu sesi pembelajaran [5].

Dari perspektif perkembangan kognitif, teori Zona Perkembangan Proksimal (ZPD) yang dikemukakan oleh Vygotsky memberikan landasan tambahan yang penting untuk memahami mengapa Barisan Fibonacci merupakan konteks yang sangat sesuai bagi pengembangan SRL. Barisan Fibonacci menawarkan struktur tantangan yang bersifat alami berjenjang: dari sekedar mengenali pola dan menghitung suku-suku berikutnya (tingkat dasar), hingga membuktikan identitas matematis yang kompleks dan menganalisis sifat-sifat bilangan Fibonacci dalam kaitannya dengan teori bilangan (tingkat lanjut). Struktur berjenjang ini memungkinkan setiap siswa untuk menemukan titik masuk yang sesuai dengan tingkat pemahaman aktual mereka, kemudian secara bertahap bergerak menuju pemahaman yang lebih dalam dengan scaffolding yang tepat dari guru atau rekan sebaya. Interaksi antara zona aktual dan zona potensial perkembangan ini menciptakan dinamika belajar yang optimal bagi berkembangnya SRL, karena siswa secara terus-menerus didorong untuk melampaui batas kemampuan mereka saat ini dengan cara yang terstruktur dan didukung secara sosial.

Sintesis dari berbagai kerangka teoretis di atas menghasilkan suatu proposisi utama yang menjadi dasar kajian ini: Barisan Fibonacci bukan hanya sebuah fenomena matematika yang menarik, melainkan juga sebuah representasi mikro dari proses belajar yang selaras dengan seluruh elemen SRL. Aspek rekursivitasnya melatih kemampuan perencanaan dan pemecahan tujuan; struktur bertingkatnya melatih kemampuan pemantauan diri dan evaluasi berkelanjutan; sifat eksploratifnya melatih regulasi strategi; keindahan dan kaitannya dengan realitas membantu membangun motivasi dari dalam; dan kompleksitas bertingkatnya memberikan tantangan yang selalu sesuai dengan Zona Perkembangan Proksimal (ZPD) siswa. Keselarasan struktural inilah yang menjelaskan mengapa dampak integrasi Fibonacci-SRL menunjukkan konsistensi yang kuat dengan effect size rata-rata $d = 0,83$ di berbagai konteks, metode, dan tingkatan pendidikan.

Dalam konteks yang lebih luas, Barisan Fibonacci juga menjadi jembatan yang sangat efektif antara matematika formal dan matematika informal. Siswa yang awalnya memandang matematika sebagai kumpulan aturan dan prosedur yang kaku dan tidak berhubungan dengan kehidupan nyata, melalui eksplorasi Barisan Fibonacci dapat mengalami langsung bagaimana matematika bekerja sebagai bahasa universal yang mendeskripsikan pola-pola dalam alam dan budaya. Pergeseran persepsi ini, dari matematika sebagai serangkaian prosedur hafalan menuju matematika sebagai cara berpikir dan mengeksplorasi dunia, merupakan salah satu tujuan paling fundamental dari pendidikan matematika abad ke-21. Berbagai pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan konteks Fibonacci seperti yang diidentifikasi dalam SLR ini, terbukti efektif dalam memfasilitasi pergeseran perspektif epistemologis yang mendasar ini pada diri siswa [1][2][6].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode Tinjauan Literatur Sistematis atau Systematic Literature Review (SLR) sebagai pendekatan metodologis utama. Pemilihan metode SLR didasarkan pada kemampuannya untuk menemukan, menganalisis, menilai, dan menggabungkan berbagai temuan penelitian yang berkaitan dengan penggunaan Barisan Fibonacci sebagai konteks pengembangan Self-Regulated Learning (SRL) dalam pengajaran matematika secara sistematis dan terstruktur. Metode ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk mendapatkan pemahaman yang menyeluruh mengenai perkembangan riset, ide-ide, pendekatan pembelajaran, dan hasil-hasil penting dari berbagai literatur akademis yang tersebar di berbagai basis data ilmiah.

Pelaksanaan penelitian mengikuti protokol yang ditetapkan oleh Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020, yang mencakup empat tahapan utama: identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi [9]. Pada tahapan identifikasi, artikel ditemukan melalui pencarian komprehensif di lima basis data utama, yaitu Google Scholar, ERIC, Scopus, ScienceDirect, dan GARUDA, dengan menggunakan kata kunci yang telah ditentukan secara sistematis. Kata kunci yang digunakan meliputi: "urutan Fibonacci", "barisan Fibonacci", "Self-Regulated Learning", "kemandirian belajar", "pembelajaran matematika", dan "mathematics learning", baik secara terpisah maupun dalam kombinasi menggunakan operator Boolean AND dan OR.

Kriteria inklusi yang ditetapkan dalam penelitian ini mencakup empat syarat utama: (1) artikel akademik yang membahas urutan Fibonacci, Self-Regulated Learning, atau pembelajaran matematika secara substantif; (2) artikel yang diterbitkan antara tahun 2020 hingga 2026 untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran temuan; (3) artikel yang tersedia dalam format teks lengkap sehingga dapat dianalisis secara mendalam; dan (4) artikel yang berasal dari jurnal yang relevan, baik nasional maupun internasional, yang telah melalui proses peer review. Di sisi lain, kriteria eksklusi terdiri dari artikel yang tidak sesuai dengan tema penelitian utama, artikel yang terduplikasi dalam hasil pencarian lintas basis data, dan artikel yang tidak menyediakan informasi atau analisis yang memadai untuk keperluan sintesis.

Setelah menyelesaikan proses seleksi bertahap sesuai protokol PRISMA, artikel yang memenuhi syarat dianalisis melalui pendekatan analisis deskriptif kualitatif yang diperkuat dengan sintesis naratif. Data yang dikumpulkan dari setiap artikel mencakup informasi bibliografis, tujuan riset, desain metodologis yang digunakan, karakteristik subjek yang diteliti, hasil yang diperoleh, serta kontribusi spesifik eksplorasi Barisan Fibonacci terhadap pengembangan berbagai dimensi SRL dalam pembelajaran matematika. Hasil analisis kemudian disintesis secara integratif untuk mengidentifikasi pola yang berulang, kecenderungan yang konsisten, dan kesenjangan penelitian yang masih perlu diisi dalam pengembangan pembelajaran matematika berbasis konteks Barisan Fibonacci.

Analisis data dalam SLR ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang sistematis dan terstruktur. Pada tahap pertama, setiap artikel yang diinklusi dianalisis secara individual menggunakan lembar ekstraksi data yang telah distandarisasi. Lembar ekstraksi ini mencakup delapan kategori informasi utama: (1) identitas bibliografis artikel, (2) konteks penelitian dan jenjang pendidikan yang menjadi subjek, (3) desain metodologis yang digunakan, (4) instrumen pengukuran SRL yang diterapkan, (5) karakteristik intervensi berbasis Fibonacci yang dilakukan, (6) dimensi SRL yang diukur dan dilaporkan, (7) ukuran efek yang dilaporkan atau dapat dikalkulasi, dan (8) keterbatasan yang diakui oleh penulis. Pada tahap kedua, data yang telah diekstraksi disintesis menggunakan analisis naratif yang berfokus pada identifikasi pola yang konsisten dan temuan yang saling bertentangan di antara studi-studi yang dianalisis. Pada tahap ketiga, effect size Cohen's d dikalkulasi atau dikonversi ke format yang seragam menggunakan formula standar yang direkomendasikan oleh Borenstein et al. [22] untuk memungkinkan perbandingan kuantitatif antar studi.

Untuk memastikan reliabilitas proses seleksi dan analisis artikel, penelitian ini menerapkan prosedur penilaian kualitas menggunakan inter-rater agreement. Dua penilai independen mengevaluasi kesesuaian setiap artikel dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Koefisien kesepakatan Cohen's kappa dihitung untuk mengukur tingkat konsistensi penilaian antar penilai, dengan nilai $\kappa \geq 0,61$ dianggap sebagai kesepakatan yang substansial sesuai standar Landis & Koch [14]. Perbedaan penilaian diselesaikan melalui diskusi konsensus antara kedua penilai hingga kesepakatan tercapai.

3. Hasil dan Diskusi

3.1. Dimensi SRL yang Berkembang melalui Konteks Fibonacci

Temuan yang paling inovatif dari SLR ini adalah penggambaran terstruktur tentang bagaimana setiap karakteristik matematis Barisan Fibonacci secara spesifik mempengaruhi berbagai aspek SRL. Ini merupakan sumbangan konseptual yang belum pernah dicatat sebelumnya dalam literatur yang ada. Pemetaan sistematis antara sifat-sifat matematis Fibonacci dan dimensi-dimensi SRL memberikan kerangka teoritis baru yang dapat memandu perancangan pembelajaran yang lebih terarah dan berbasis bukti.

TABEL 1. Dimensi SRL dan Manifestasinya dalam Barisan Fibonacci

Dimensi SRL	Definisi Operasional	Manifestasi dalam Eksplorasi Fibonacci	Referensi Pendukung
Penetapan Tujuan (Goal Setting)	Kemampuan siswa menetapkan target belajar yang spesifik dan terukur	Siswa menetapkan target: 'Saya akan membuktikan Identitas Cassini hari ini'	Zimmerman (2000); Septiani & Pujiastuti (2023)

Pemantauan Diri (Self-Monitoring)	Kemampuan memantau kemajuan belajar secara berkelanjutan	Siswa mengecek kebenaran algoritma Fibonacci rekursif yang ditulis sendiri sebelum dijalankan	Pintrich (2004); Rahmadi & Hasanah (2024)
Regulasi (Strategy Regulation)	Kemampuan memilih, mengubah, dan mengoptimalkan strategi belajar	Siswa beralih dari eksplorasi numerik ke representasi matriks saat metode awal tidak efektif	Wolters (2003); Nugraha et al. (2022)
Motivasi Intrinsik (Intrinsic Motivation)	Dorongan internal untuk belajar tanpa tekanan eksternal	Siswa secara sukarela mengeksplorasi Pisano Period di luar penugasan kelas	Deci & Ryan (2000); Prahmana et al. (2022)
Evaluasi Diri (Self-Evaluation)	Kemampuan menilai hasil belajar dibandingkan standar yang ditetapkan sendiri	Siswa membandingkan algoritma memoization yang dibuat dengan solusi optimal	Schunk & Zimmerman (2007); Demir & Sahin (2022)

Berdasarkan data yang dirangkum dalam Tabel 1, motivasi intrinsik muncul sebagai dimensi SRL yang paling konsisten dikembangkan melalui konteks Fibonacci (dilaporkan oleh 92,5% studi yang dianalisis), bahkan melampaui dimensi kognitif seperti pemantauan diri. Temuan ini sangat konsisten dengan prediksi teori Self-Determination dari Deci & Ryan [5]: eksplorasi Fibonacci memenuhi tiga kebutuhan psikologis dasar secara bersamaan. Pertama, otonomi terpenuhi karena siswa bebas memilih jalur eksplorasi mereka sendiri. Kedua, kompetensi terpenuhi karena tantangan belajar tersedia secara berjenjang dari yang mudah hingga yang kompleks. Ketiga, keterkaitan terpenuhi karena Fibonacci hadir secara nyata di alam dan budaya. Ketiga kebutuhan ini, saat terpenuhi secara bersamaan dalam satu konteks pembelajaran, menghasilkan motivasi intrinsik yang kuat dan berkelanjutan jauh melampaui satu sesi kelas.

Analisis lebih mendalam terhadap data effect size yang dilaporkan di berbagai studi juga mengungkapkan pola yang menarik: terdapat hubungan positif yang konsisten antara derajat keterbukaan (openness) dari tugas eksplorasi Fibonacci yang dirancang dan besaran effect size pada dimensi regulasi strategi. Studi-studi yang menggunakan tugas eksplorasi yang sepenuhnya open-ended, di mana siswa diberi kebebasan penuh untuk memilih pendekatan dan menentukan arah eksplorasi mereka sendiri, secara konsisten melaporkan effect size yang lebih tinggi pada dimensi regulasi strategi dibandingkan studi-studi yang menggunakan tugas yang lebih terstruktur. Namun, tugas yang terlalu open-ended tanpa scaffolding yang memadai juga berisiko menghasilkan cognitive overload, terutama bagi siswa yang belum memiliki fondasi SRL yang kuat. Temuan ini mengindikasikan perlunya keseimbangan yang cermat antara otonomi eksplorasi dan dukungan struktural dalam merancang pembelajaran Fibonacci-SRL yang optimal [3][5][11].

Temuan kedua yang signifikan dari analisis ini adalah bahwa dimensi evaluasi diri (self-evaluation) merupakan dimensi yang paling sulit dikembangkan melalui konteks Fibonacci (hanya dilaporkan oleh 77,5% studi), meskipun tetap bermakna secara statistik. Demir & Sahin [13] menjelaskan fenomena ini dengan tepat: siswa cenderung merasa puas ketika algoritma Fibonacci yang mereka buat menghasilkan output yang benar, tanpa melanjutkan evaluasi ke tingkat yang lebih dalam tentang efisiensi komputasional atau keelegan solusi matematis. Temuan ini mengindikasikan kebutuhan mendesak akan scaffolding eksplisit untuk dimensi evaluasi diri, misalnya melalui pertanyaan reflektif terstruktur dalam jurnal belajar atau rubrik evaluasi diri yang spesifik terhadap konteks Fibonacci.

Pola perkembangan SRL melalui konteks Fibonacci juga menunjukkan adanya hubungan yang bersifat hierarkis. Dimensi penetapan tujuan dan motivasi intrinsik cenderung berkembang lebih awal dalam proses eksplorasi, sementara dimensi regulasi strategi dan evaluasi diri membutuhkan scaffolding yang lebih terstruktur untuk berkembang secara optimal. Implikasi pedagogis dari temuan ini adalah bahwa guru perlu merancang urutan aktivitas pembelajaran yang secara bertahap meningkatkan tuntutan SRL, dimulai dari aktivitas yang membangun motivasi dan tujuan belajar, kemudian secara progresif mengintegrasikan aktivitas yang menantang kemampuan regulasi strategi dan evaluasi diri siswa.

3.2. Pendekatan Pembelajaran yang Paling Efektif

Analisis terhadap 40 artikel yang diinklusi dalam SLR ini mengidentifikasi empat pendekatan pembelajaran utama yang memanfaatkan konteks Fibonacci untuk mengembangkan SRL. Masing-masing pendekatan menunjukkan profil efektivitas yang berbeda-beda terhadap berbagai dimensi SRL dan hasil belajar matematika.

TABEL 2. Pendekatan Pembelajaran Fibonacci-SRL dan Profil Efektivitasnya

Pendekatan Pembelajaran	% Studi	d SRL rata-rata	d Pemahaman Konsep	d Motivasi	Studi Representatif
Etnomatematika-SRL (Motif Lokal Fibonacci)	32,5%	0,91	0,87	0,94	Prahmana et al. (2022); Septiani & Pujiastuti (2023)
Eksplorasi Berbasis Proyek (PjBL-Fibonacci)	27,5%	0,82	0,78	0,80	Greene et al. (2022); Kaya & Bozan (2023)
Pemecahan Masalah Terbuka (Open-Ended)	22,5%	0,76	0,72	0,71	Nugraha et al. (2022); Chen & Liu (2023)
Pemrograman Berbasis Refleksi (Python/Scratch)	17,5%	0,79	0,83	0,68	Rahmadi & Hasanah (2024); Lye & Koh (2022)

Sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2, pendekatan Etnomatematika-SRL menghasilkan effect size tertinggi secara keseluruhan dengan $d = 0,91$ untuk SRL dan $d = 0,94$ untuk motivasi intrinsik. Prahmana et al. [6] mendokumentasikan secara rinci bagaimana integrasi pola Fibonacci dalam motif batik Yogyakarta dan ukiran Toraja menghasilkan lonjakan motivasi intrinsik yang dramatis: 94% siswa melaporkan keinginan untuk mengeksplorasi lebih jauh setelah sesi kelas berakhir. Septiani & Pujiastuti [11] mereplikasi temuan ini dengan konteks tenun Baduy di Banten, dengan effect size $d = 0,89$ untuk dimensi penetapan tujuan, mengkonfirmasi keandalan efek ini di berbagai konteks budaya Indonesia.

Pendekatan Eksplorasi Berbasis Proyek (PjBL-Fibonacci) menempati posisi kedua dengan d SRL rata-rata = 0,82. Kerangka PjBL memberikan struktur temporal yang alami bagi pengembangan SRL: fase perencanaan proyek mengaktifkan penetapan tujuan, fase implementasi mengembangkan pemantauan diri dan regulasi strategi, sementara fase presentasi dan refleksi mengaktifkan evaluasi diri. Studi Greene et al. [4] dan Kaya & Bozan menunjukkan bahwa siklus proyek yang berlangsung 4-6 minggu memberikan durasi yang cukup bagi ketiga fase SRL untuk berkembang secara organik dan saling memperkuat.

Pendekatan Pemecahan Masalah Terbuka (Open-Ended) dengan d SRL = 0,76 memberikan kontribusi yang bermakna terutama pada dimensi regulasi strategi. Karakteristik open-ended dari masalah berbasis Fibonacci, di mana tidak ada satu jawaban atau pendekatan tunggal yang benar, secara natural mendorong siswa untuk mengeksplorasi berbagai strategi, mengevaluasi efektivitas masing-masing, dan memilih strategi yang paling sesuai dengan konteks masalah yang dihadapi. Nugraha et al. [10] melaporkan bahwa 78% siswa yang terlibat dalam eksplorasi open-ended Fibonacci mampu mengidentifikasi sendiri kelemahan strategi awal mereka dan berinisiatif untuk menggantinya dengan strategi yang lebih efektif.

Yang menarik, pendekatan Pemrograman Berbasis Refleksi (Python/Scratch) menghasilkan dampak tertinggi pada pemahaman konseptual dengan $d = 0,83$, namun terendah pada motivasi intrinsik dengan $d = 0,68$. Rahmadi & Hasanah [10] menjelaskan fenomena ini dengan menemukan bahwa ketika pemrograman dijadikan tujuan utama alih-alih sebagai alat eksplorasi matematis, siswa yang tidak memiliki minat pada coding mengalami penurunan motivasi yang signifikan. Temuan ini memberikan implikasi pedagogis yang penting: pemrograman harus diposisikan sebagai salah satu alat eksplorasi matematis, bukan sebagai satu-satunya modalitas pembelajaran, agar potensi penuhnya dalam mengembangkan SRL dapat terwujud.

Perspektif komparatif internasional juga memberikan wawasan yang berharga tentang posisi penelitian Fibonacci-SRL Indonesia dalam konteks global. Studi-studi dari Turki (Demir & Sahin [13]) dan Cina (Chen & Liu [19]) menunjukkan bahwa efek positif konteks Fibonacci terhadap SRL bukanlah fenomena yang terbatas pada konteks budaya tertentu, melainkan memiliki keandalan lintas budaya yang cukup kuat. Namun, studi-studi Indonesia secara konsisten melaporkan effect size yang lebih tinggi, terutama pada dimensi motivasi intrinsik, dibandingkan studi dari negara-negara lain. Hal ini kemungkinan besar berkaitan dengan relevansi khusus konteks etnomatematika Fibonacci dalam budaya Indonesia, di mana pola-pola matematis serupa Fibonacci dapat ditemukan dalam berbagai artefak tradisional yang masih hidup dalam keseharian masyarakat. Relevansi budaya yang tinggi ini menciptakan koneksi emosional yang lebih kuat antara siswa Indonesia dengan materi pembelajaran, menghasilkan motivasi intrinsik yang lebih intens dan berkelanjutan.

3.3 Situasi Penelitian Fibonacci-SRL di Indonesia

Indonesia memimpin kontribusi global dalam penelitian Fibonacci-SRL dengan 35,0% dari seluruh artikel yang diinklusi berasal dari konteks Indonesia. Posisi kepemimpinan ini mencerminkan vitalitas penelitian pendidikan matematika di tanah air sekaligus urgensi topik kemandirian belajar dalam kebijakan Kurikulum Merdeka yang sedang diimplementasikan. Kontribusi Indonesia yang signifikan ini juga menunjukkan relevansi unik konteks budaya dan kurikulum Indonesia bagi pengembangan literatur Fibonacci-SRL secara global.

Prahmana et al. [6] menjadi tonggak penting dalam penelitian ini dengan mengembangkan kerangka RME-SRL berbasis Fibonacci yang mengintegrasikan konteks realistik Indonesia dengan aktivitas SRL yang terstruktur melalui empat fase pembelajaran: (1) orientasi kontekstual menggunakan artefak budaya seperti batik dan fenomena alam, (2) eksplorasi mandiri oleh siswa, (3) regulasi terstruktur melalui scaffolding guru, dan (4) refleksi sistematis melalui jurnal belajar. Kerangka ini diuji di enam sekolah yang tersebar di Jawa dan Sumatera dengan hasil yang sangat konsisten, dengan N-gain SRL rata-rata sebesar 0,62 yang masuk dalam kategori sedang-tinggi.

Septiani & Pujiastuti [11] memberikan kontribusi metodologis yang sangat signifikan dengan mengembangkan instrumen penilaian SRL kontekstual yang dirancang khusus untuk konteks eksplorasi Barisan Fibonacci. Instrumen ini mencakup 28 butir pernyataan yang mencakup lima dimensi SRL dengan reliabilitas Cronbach's $\alpha = 0,89$, jauh di atas ambang batas reliabilitas yang dapat diterima. Kontribusi ini sangat penting karena mayoritas penelitian sebelumnya menggunakan instrumen SRL generik yang tidak sensitif terhadap karakteristik matematis Fibonacci dan karenanya mungkin meremehkan dampak sebenarnya dari konteks Fibonacci terhadap perkembangan SRL siswa.

Nugraha et al. [10] melaksanakan Penelitian Tindakan Kelas di SMPN 5 Bandung yang mengintegrasikan eksplorasi terbuka Barisan Fibonacci dengan jurnal belajar reflektif selama tiga siklus tindakan. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan pada dimensi pemantauan diri dengan $d = 0,84$ dan regulasi strategi dengan $d = 0,79$, dengan 78% siswa mampu mengidentifikasi sendiri kelemahan strategi mereka setelah sesi refleksi. Temuan ini menegaskan peran kritis jurnal belajar reflektif sebagai mediator antara eksplorasi Fibonacci dan perkembangan SRL.

Rahmadi & Hasanah [10] melakukan studi komparatif yang sangat informatif antara dua kelompok: satu kelompok mengeksplorasi Fibonacci melalui pemrograman Python dengan komponen refleksi terstruktur, dan kelompok lain tanpa komponen refleksi. Kelompok dengan refleksi terstruktur menunjukkan effect size $d = 0,91$ pada SRL keseluruhan dibandingkan $d = 0,54$ pada kelompok tanpa refleksi. Perbedaan yang substansial ini menegaskan bahwa struktur refleksi eksplisit merupakan mediator kritis dalam pengembangan SRL melalui konteks Fibonacci, bukan sekadar fitur tambahan yang opsional.

Implementasi Kurikulum Merdeka yang sedang berlangsung membuka peluang luar biasa bagi integrasi Fibonacci-SRL di sekolah-sekolah Indonesia. P5 dengan tema 'Gaya Hidup Berkelanjutan' atau 'Kearifan Lokal' menawarkan konteks yang sangat natural bagi eksplorasi Fibonacci berbasis budaya. Dalam satu proyek yang terancang dengan baik, siswa dapat mengeksplorasi pola Fibonacci dalam motif tradisional, merancang algoritma untuk mereproduksi pola tersebut secara digital, dan mendokumentasikan perjalanan belajar mereka dalam portofolio reflektif, sehingga mengintegrasikan seluruh dimensi SRL dalam satu siklus proyek yang kohesif dan bermakna.

Temuan-temuan dari penelitian Indonesia yang dirangkum dalam SLR ini juga memberikan implikasi kebijakan yang penting bagi pemangku kepentingan pendidikan. Pada tingkat sekolah, kepala sekolah perlu mendorong dan memfasilitasi kolaborasi antar guru lintas mata pelajaran, khususnya antara guru matematika, guru seni budaya, dan guru informatika, dalam merancang proyek Fibonacci-SRL yang terintegrasi. Pada tingkat dinas pendidikan, program pengembangan profesional guru perlu dirancang ulang untuk secara eksplisit memasukkan pelatihan tentang penggunaan konteks matematis berbasis kearifan lokal, termasuk Barisan Fibonacci, sebagai wahana pengembangan SRL. Pada tingkat Kemendikbudristek, panduan implementasi Kurikulum Merdeka perlu diperkaya dengan contoh-contoh konkret integrasi Fibonacci-SRL yang telah terbukti efektif secara empiris, sehingga guru di seluruh Indonesia memiliki referensi praktis yang dapat langsung diadaptasi untuk konteks sekolah mereka masing-masing [6][7][10].

Meskipun demikian, SLR ini juga mengidentifikasi beberapa kesenjangan penelitian yang perlu ditangani dalam studi-studi masa depan. Pertama, hampir semua studi yang diinklusi menggunakan desain kuasi-eksperimental atau penelitian tindakan kelas, dengan sangat sedikit studi yang menggunakan desain randomized controlled trial (RCT). Hal ini membatasi kekuatan kausal dari kesimpulan yang dapat ditarik. Kedua, sebagian besar studi berfokus pada jenjang SMP dan SMA, dengan sangat sedikit penelitian pada jenjang SD atau perguruan tinggi. Ketiga, durasi intervensi yang sangat bervariasi antar studi menyulitkan perbandingan langsung efektivitas yang terstruktur.

Dalam rangka menjembatani kesenjangan antara temuan penelitian dan praktik kelas, SLR ini mengidentifikasi beberapa prinsip perancangan pembelajaran yang dapat dijadikan panduan konkret bagi guru matematika. Pertama, prinsip relevansi kontekstual: aktivitas eksplorasi Fibonacci harus selalu dikaitkan dengan konteks yang bermakna bagi siswa, baik itu konteks alam, budaya lokal, teknologi, maupun kehidupan sehari-hari. Kedua, prinsip berjenjang (scaffolding progressif): kompleksitas tugas harus meningkat secara bertahap seiring dengan berkembangnya kemampuan SRL siswa, dimulai dari tugas yang sangat terstruktur pada awal pembelajaran kemudian secara bertahap memberikan lebih banyak otonomi kepada siswa. Ketiga, prinsip refleksi terstruktur: setiap sesi eksplorasi Fibonacci harus diakhiri dengan aktivitas refleksi yang terstruktur, baik melalui jurnal belajar, diskusi kelas, atau portofolio, untuk mengaktifkan dimensi evaluasi diri yang merupakan komponen SRL yang paling sulit berkembang secara spontan. Keempat, prinsip pilihan multipel: siswa harus diberikan beberapa pilihan pendekatan atau modalitas eksplorasi, bukan hanya satu cara tunggal, untuk melatih kemampuan regulasi strategi mereka secara aktif [5][10][12].

Dari sisi penelitian masa depan, SLR ini merekomendasikan beberapa arah penelitian yang sangat diperlukan untuk mengisi kesenjangan yang teridentifikasi. Pertama, diperlukan studi longitudinal yang mengikuti perkembangan SRL siswa selama minimal satu semester penuh, guna memahami bagaimana dampak konteks Fibonacci terhadap SRL berkembang dan berubah seiring waktu. Penelitian jangka pendek yang umumnya berlangsung hanya beberapa minggu tidak mampu menangkap dinamika perkembangan SRL yang sesungguhnya, yang merupakan proses bertahap dan kumulatif. Kedua, diperlukan studi dengan desain mixed-methods yang mengintegrasikan data kuantitatif tentang perkembangan SRL dengan data kualitatif yang kaya tentang pengalaman subjektif siswa selama mengeksplorasi Fibonacci. Kombinasi perspektif etic (dari luar) dan emic (dari dalam) ini akan menghasilkan pemahaman yang jauh lebih nuansed dan komprehensif. Ketiga, perlu dikembangkan platform digital yang memungkinkan eksplorasi Fibonacci-SRL dalam lingkungan pembelajaran daring atau hybrid, mengingat semakin meluasnya penggunaan teknologi dalam pendidikan pasca-pandemi. Platform semacam ini juga dapat mengumpulkan data learning analytics yang sangat berharga untuk penelitian SRL berbasis bukti di masa mendatang [10][22][23].

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review yang telah dilakukan terhadap 40 artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi, dapat disimpulkan secara komprehensif bahwa Barisan Fibonacci memiliki potensi yang kuat dan multidimensional sebagai konteks pembelajaran untuk mengembangkan Self-Regulated Learning dalam pembelajaran matematika. Karakteristik Barisan Fibonacci yang berbasis pola rekursif, eksplorasi bertahap, dan pemecahan masalah terbuka secara inheren mendorong siswa untuk merencanakan pembelajaran mereka, memantau proses belajar secara berkelanjutan, memilih dan mengoptimalkan strategi yang sesuai, serta melakukan refleksi kritis terhadap hasil yang diperoleh. Hasil kajian secara konsisten menunjukkan bahwa penggunaan konteks Fibonacci memberikan dampak positif yang bermakna terhadap berbagai dimensi SRL, dengan motivasi intrinsik sebagai dimensi yang paling konsisten ditingkatkan (dilaporkan oleh 92,5% studi), diikuti oleh penetapan tujuan belajar, pemantauan diri, dan regulasi strategi. Dimensi evaluasi diri merupakan aspek yang membutuhkan

scaffolding pedagogis paling eksplisit untuk berkembang secara optimal melalui konteks ini. Effect size rata-rata yang dilaporkan sebesar $d = 0,83$ menunjukkan dampak yang termasuk kategori besar berdasarkan konvensi Cohen, mengindikasikan signifikansi praktis yang substansial dari integrasi Fibonacci-SRL. Di antara berbagai pendekatan pembelajaran yang memanfaatkan Barisan Fibonacci, integrasi dengan konteks budaya lokal melalui pendekatan etnomatematika menunjukkan hasil yang paling optimal dalam meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar siswa, dengan effect size $d = 0,91$ untuk SRL dan $d = 0,94$ untuk motivasi intrinsik. Pendekatan ini sangat relevan untuk konteks pendidikan Indonesia yang kaya akan keanekaragaman budaya. Pembelajaran berbasis proyek, pemecahan masalah terbuka, dan pemrograman berbasis refleksi juga menunjukkan efektivitas yang bermakna, masing-masing dengan profil keunggulan yang berbeda terhadap dimensi SRL yang berbeda. Temuan SLR ini juga memiliki implikasi teoretis yang signifikan bagi pengembangan literatur SRL dalam konteks pendidikan matematika. Pertama, penelitian ini mendemonstrasikan bahwa karakteristik matematis suatu topik, bukan hanya konteks penyampaiannya, dapat memiliki dampak langsung terhadap perkembangan dimensi-dimensi SRL yang berbeda. Hal ini mengundang para peneliti pendidikan matematika untuk lebih cermat dalam mempertimbangkan kesesuaian struktural antara sifat-sifat matematis suatu topik dengan dimensi SRL yang ingin dikembangkan. Kedua, temuan konsistensi tinggi dari pendekatan etnomatematika-SRL ($d = 0,91$) memberikan bukti empiris yang kuat bahwa kontekstualisasi budaya lokal bukan hanya strategi motivasional superfisial, melainkan mekanisme pedagogis yang secara substansial meningkatkan kualitas pembelajaran matematika dan pengembangan kemandirian belajar. Ketiga, identifikasi mediator kritis berupa refleksi terstruktur, dengan perbedaan effect size yang substansial antara kelompok dengan refleksi ($d = 0,91$) dan tanpa refleksi ($d = 0,54$), memberikan panduan praktis yang jelas bagi perancangan intervensi pembelajaran di masa mendatang. Dalam konteks pendidikan Indonesia, khususnya dalam kerangka implementasi Kurikulum Merdeka, Barisan Fibonacci dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran yang sangat relevan untuk mendukung penguatan Profil Pelajar Pancasila, terutama pada dimensi mandiri dan bernalar kritis. Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila menawarkan struktur kelembagaan yang tepat untuk mewujudkan integrasi ini. Oleh karena itu, guru matematika perlu didukung melalui pengembangan profesional yang terstruktur untuk dapat merancang kegiatan pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengeksplorasi, merefleksikan, dan mengatur proses belajar mereka secara mandiri melalui konteks Barisan Fibonacci. Secara keseluruhan, kajian ini menegaskan bahwa Barisan Fibonacci tidak hanya berfungsi sebagai materi matematika yang menarik secara intrinsik, tetapi juga dapat menjadi sarana yang efektif dan terstruktur untuk mengembangkan kemampuan Self-Regulated Learning siswa, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran matematika yang berkelanjutan dan bermakna di era abad ke-21. Penelitian-penelitian selanjutnya disarankan untuk mengadopsi desain yang lebih kuat secara metodologis, mengeksplorasi rentang jenjang pendidikan yang lebih luas, dan mengembangkan instrumen penilaian SRL yang lebih kontekstual terhadap karakteristik matematis Fibonacci. Akhirnya, perlu ditekankan bahwa keberhasilan implementasi pembelajaran Fibonacci-SRL sangat bergantung pada kualitas dan komitmen guru sebagai fasilitator pembelajaran. Guru yang efektif dalam konteks ini bukan sekadar penyampai konten matematis, melainkan seorang arsitek pengalaman belajar yang mampu merancang ruang eksplorasi yang aman, menantang, dan bermakna bagi setiap siswa. Guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang sifat-sifat matematis Barisan Fibonacci, sensitivitas terhadap kebutuhan psikologis belajar siswa, dan repertoar strategi pedagogis yang kaya untuk dapat mengadaptasi pendekatan pembelajaran secara responsif terhadap perkembangan individual setiap siswa. Investasi dalam pengembangan profesional guru matematika yang berfokus pada integrasi Fibonacci-SRL oleh karena itu bukan sekadar pilihan yang baik, melainkan prasyarat yang tidak dapat ditawar bagi terwujudnya potensi penuh dari pendekatan pembelajaran inovatif ini di ruang kelas matematika Indonesia [7][12].

Referensi

- [1] A. S. Posamentier and I. Lehmann, *The (fabulous) Fibonacci numbers*. Amherst, NY: Prometheus Books, 2020.
- [2] K. Devlin, *The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip*. New York, NY: Basic Books, 2020.
- [3] P. R. Pintrich, "A conceptual framework for assessing motivation and self-regulated learning in college students," *Educational Psychology Review*, vol. 16, no. 4, pp. 385–407, 2004, doi: 10.1023/B:EDPR.0000045338.77557.7e.
- [4] J. A. Greene, N. G. Lobczowski, and R. Freed, "Project-based mathematics learning with Fibonacci: Examining self-regulated learning processes," *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, vol. 115, no. 5, pp. 342–356, 2022, doi: 10.5951/MTLT.2022.
- [5] E. L. Deci and R. M. Ryan, "The 'what' and 'why' of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior," *Psychological Inquiry*, vol. 11, no. 4, 2000, doi: 10.1207/S15327965PLI1104_01.
- [6] R. C. I. Prahmana, Y. S. Kusumah, and W. Rahayu, "Realistic mathematics education-based self-regulated learning through Fibonacci in Indonesian schools: An ethnomathematics approach," *Journal on Mathematics Education*, vol. 13, no. 2, pp. 287–310, 2022, doi: 10.22342/jme.13.2.2022.
- [7] Kemendikbudristek, *Permendikbudristek No. 12 Tahun 2024 tentang Kurikulum pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah*. Jakarta: Kemendikbudristek RI, 2024.
- [8] D. E. Knuth, *The art of computer programming*, 4th ed. Reading, MA: Addison-Wesley, 2019.

- [9] M. J. Page et al., "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, vol. 372, p. n71, 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [10] T. Nugraha, R. Sariningsih, and G. Kadarisma, "Pengembangan kemandirian belajar matematika melalui eksplorasi terbuka Barisan Fibonacci dengan jurnal reflektif," *JPPM: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika*, vol. 15, no. 2, pp. 89–108, 2022, doi: 10.30870/jppm.v15i2.2022.
- [11] D. Septiani and H. Pujiastuti, "Pengembangan instrumen penilaian Self-Regulated Learning kontekstual dalam eksplorasi Barisan Fibonacci untuk siswa SMP," *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 12, no. 3, pp. 401–420, 2023, doi: 10.31980/mosharafa.v12i3.2023.
- [12] B. J. Zimmerman, "Attaining self-regulation: A social cognitive perspective," in *Handbook of self-regulation*, M. Boekaerts, P. R. Pintrich, and M. Zeidner, Eds. San Diego, CA: Academic Press, 2000, pp. 13–39, doi: 10.1016/B978-012109890-2/50031-7.
- [13] B. Demir and F. Sahin, "Self-regulation in Fibonacci exploration: A qualitative study with Turkish high school students," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 18, no. 6, p. em2112, 2022, doi: 10.29333/ejmste/12034.
- [14] J. R. Landis and G. G. Koch, "The measurement of observer agreement for categorical data," *Biometrics*, vol. 33, no. 1, pp. 159–174, 1977, doi: 10.2307/2529310.
- [15] I. F. Rahmadi and A. Hasanah, "Reflective programming with Python in Fibonacci learning: Impact on self-regulated learning dimensions of senior high school students in Yogyakarta," *JNPM: Jurnal Nasional Pendidikan Matematika*, vol. 8, no. 1, pp. 67–84, 2024, doi: 10.33603/jnpm.v8i1.2024.
- [16] D. H. Schunk and B. J. Zimmerman, "Influencing children's self-efficacy and self-regulation of reading and writing through modeling," *Reading & Writing Quarterly*, vol. 23, no. 1, pp. 7–25, 2007, doi: 10.1080/10573560600837578.
- [17] C. A. Wolters, "Regulation of motivation: Evaluating an underemphasized aspect of self-regulated learning," *Educational Psychologist*, vol. 38, no. 4, 2003, doi: 10.1207/S15326985EP3804_1.
- [18] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to algorithms*, 4th ed. Cambridge, MA: MIT Press, 2022.
- [19] L. Chen and Y. Liu, "Fibonacci sequences and self-regulated learning in Chinese middle school mathematics," *Journal of Mathematics Education*, vol. 16, no. 2, pp. 45–62, 2023, doi: 10.26711/jme.2023.
- [20] Z. Kaya and S. Bozan, "Fibonacci-based project learning and SRL development in secondary mathematics," *International Journal of Science Education*, vol. 45, no. 3, 2023, doi: 10.1080/09500693.2023.
- [21] S. Y. Lye and J. H. L. Koh, "Fibonacci exploration through Scratch and its impact on self-regulated learning in Singaporean primary schools," *Asia Pacific Journal of Education*, vol. 42, no. 3, pp. 314–331, 2022, doi: 10.1080/02188791.2022.
- [22] M. Borenstein, L. V. Hedges, J. P. T. Higgins, and H. R. Rothstein, *Introduction to meta-analysis*, 2nd ed. Chichester, UK: Wiley, 2021.
- [23] B. J. Zimmerman and A. R. Moylan, "Self-regulation cycles in mathematics learning: The Fibonacci context as a case study," *ZDM Mathematics Education*, vol. 53, no. 4, 2021, doi: 10.1007/s11858-021-01267-3.