



## **Desain Pembelajaran Ukuran Pemusatan Data Melalui Model Problem Based Learning Berbantuan Geogebra**

**Delphiana Kirei Annisarahma, Dedi Muhtadi, Satya Santika**

Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Kota Tasikmalaya, Indonesia

E-mail: 182151088@student.unsil.ac.id

### **ABSTRACT**

*The mastery of statistical concepts, particularly measures of central tendency, is fundamental in secondary mathematics education but remains challenging for many students due to abstract conceptualization and traditional teacher-centered instructional models. This study aims to design and implement an effective learning trajectory for measures of central tendency by integrating a problem-based learning model supported by Geogebra, contextualized with students' real-life height data. Employing a qualitative design research approach, the study was conducted with seventh-grade students at SMP Negeri 8 Tasikmalaya. The instructional design was developed based on a systematic analysis of students' learning obstacles and refined through iterative cycles of pilot and teaching experiments. Data were collected through observations, student worksheets, written tests, and interviews, and analyzed thematically and descriptively. The findings reveal that the contextual use of height data, combined with interactive visualization in Geogebra, significantly enhances students' conceptual understanding and mathematical reasoning regarding mean, median, and mode. The learning trajectory facilitates a gradual transition from concrete contexts to formal mathematical representations, resulting in a marked improvement in students' test scores and active participation. Specifically, the proportion of students meeting the minimum competency standard increased from 25% to over 84%. The research demonstrates that integrating contextual problems, problem-based learning, and digital technology can effectively overcome learning obstacles, foster motivation, and strengthen mathematical literacy. The proposed instructional model offers a replicable framework for mathematics educators and contributes theoretical insights to the field of mathematics education design research.*

**Keywords:** instructional design; problem-based learning; Geogebra; measures of central tendency

### **PENDAHULUAN**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain Design Research (Penelitian Desain), yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan lintasan belajar (learning trajectory) pada materi ukuran pemusatan data melalui model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Geogebra di SMP Negeri 8 Tasikmalaya. Design Research dipilih karena mampu menghasilkan solusi kontekstual atas permasalahan nyata dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam pengembangan Hypothetical Learning Trajectory (HLT) dan Local Instruction Theory (LIT) (Gravemeijer & Cobb, 2006; Warsito et al., 2019). Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan eksperimen, pelaksanaan eksperimen desain, dan analisis retrospektif. Tahap persiapan eksperimen diawali dengan analisis kebutuhan melalui kajian literatur, telaah hasil belajar statistika siswa, serta wawancara dengan guru matematika untuk mengidentifikasi kesulitan belajar dan hambatan didaktis yang dihadapi peserta didik (Adiastuty, 2018; Ashidiqi & Setiawan, 2021). Selanjutnya, peneliti menyusun HLT awal yang mencakup tujuan pembelajaran, aktivitas berbasis konteks ukuran tinggi badan, serta dugaan lintasan berpikir peserta didik, yang kemudian divalidasi oleh pakar pendidikan matematika.

Sumber data penelitian meliputi data primer yang berasal dari observasi proses pembelajaran, hasil

pekerjaan peserta didik dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), hasil tes tertulis pretest dan posttest, rekaman diskusi kelompok, serta wawancara mendalam dengan peserta didik dan guru. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII SMP Negeri 8 Tasikmalaya yang dipilih secara purposive dengan mempertimbangkan keberagaman kemampuan akademik. Implementasi desain pembelajaran dilakukan melalui dua tahap, yaitu pilot experiment untuk menguji kejelasan dan kelayakan HLT awal serta teaching experiment untuk memperoleh data autentik tentang lintasan belajar aktual (Gravemeijer & Cobb, 2006). Selama proses pembelajaran, peneliti berperan sebagai fasilitator dan observer, mendokumentasikan interaksi peserta didik dengan media Geogebra serta proses pemecahan masalah berbasis PBL (Adini et al., 2022; Amaliah et al., 2022).

Teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, meliputi observasi partisipatif, dokumentasi artefak pembelajaran (LKPD, catatan diskusi, hasil tes), dan wawancara semi-terstruktur. Instrumen yang digunakan mencakup pedoman observasi, rubrik analisis hasil belajar, serta panduan wawancara yang telah divalidasi oleh pakar. Data kualitatif dianalisis secara tematik melalui proses open coding, axial coding, dan selective coding untuk mengidentifikasi pola lintasan belajar, proses matematisasi, serta hambatan yang muncul selama pembelajaran (Afriadi, 2018; Yusuf et al., 2017). Data hasil tes pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep ukuran pemusatan data setelah penerapan desain pembelajaran berbasis PBL dan Geogebra (Silalahi et al., 2021).

Keabsahan data dijamin melalui teknik triangulasi sumber, waktu, dan metode, serta member checking kepada subjek penelitian untuk memastikan kredibilitas interpretasi data. Seluruh proses penelitian memperhatikan prinsip etika, seperti persetujuan tertulis dari sekolah, kerahasiaan identitas peserta didik, dan penggunaan data semata-mata untuk tujuan ilmiah. Dengan metode yang sistematis dan transparan ini, penelitian diharapkan dapat direplikasi dan menjadi rujukan bagi pengembangan desain pembelajaran inovatif pada materi statistika di sekolah menengah (Arafani et al., 2019; Gravemeijer & Cobb, 2006).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain Design Research (Penelitian Desain), yang bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan lintasan belajar (learning trajectory) pada materi ukuran pemusatan data melalui model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Geogebra di SMP Negeri 8 Tasikmalaya. Design Research dipilih karena mampu menghasilkan solusi kontekstual atas permasalahan nyata dalam pembelajaran matematika, khususnya dalam pengembangan Hypothetical Learning Trajectory (HLT) dan Local Instruction Theory (LIT) (Gravemeijer & Cobb, 2006; Warsito et al., 2019). Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan utama, yaitu tahap persiapan eksperimen, pelaksanaan eksperimen desain, dan analisis retrospektif. Tahap persiapan eksperimen diawali dengan analisis kebutuhan melalui kajian literatur, telaah hasil belajar statistika siswa, serta wawancara dengan guru matematika untuk mengidentifikasi kesulitan belajar dan hambatan didaktis yang dihadapi peserta didik (Adiastuty, 2018; Ashidiqi & Setiawan, 2021). Selanjutnya, peneliti menyusun HLT awal yang mencakup tujuan pembelajaran, aktivitas berbasis konteks ukuran tinggi badan, serta dugaan lintasan berpikir peserta didik, yang kemudian divalidasi oleh pakar pendidikan matematika.

Sumber data penelitian meliputi data primer yang berasal dari observasi proses pembelajaran, hasil pekerjaan peserta didik dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), hasil tes tertulis pretest dan posttest, rekaman diskusi kelompok, serta wawancara mendalam dengan peserta didik dan guru. Subjek penelitian adalah siswa kelas VII SMP Negeri 8 Tasikmalaya yang dipilih secara purposive dengan mempertimbangkan keberagaman kemampuan akademik. Implementasi desain pembelajaran dilakukan melalui dua tahap, yaitu pilot experiment untuk menguji kejelasan dan kelayakan HLT awal serta teaching experiment untuk memperoleh data autentik tentang lintasan belajar aktual (Gravemeijer & Cobb, 2006). Selama proses pembelajaran, peneliti berperan sebagai fasilitator dan observer, mendokumentasikan interaksi peserta didik dengan media Geogebra serta proses pemecahan masalah berbasis PBL (Adini et al.,

2022; Amaliah et al., 2022).

Teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi, meliputi observasi partisipatif, dokumentasi artefak pembelajaran (LKPD, catatan diskusi, hasil tes), dan wawancara semi-terstruktur. Instrumen yang digunakan mencakup pedoman observasi, rubrik analisis hasil belajar, serta panduan wawancara yang telah divalidasi oleh pakar. Data kualitatif dianalisis secara tematik melalui proses open coding, axial coding, dan selective coding untuk mengidentifikasi pola lintasan belajar, proses matematisasi, serta hambatan yang muncul selama pembelajaran (Afriadi, 2018; Yusuf et al., 2017). Data hasil tes pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep ukuran pemusatan data setelah penerapan desain pembelajaran berbasis PBL dan Geogebra (Silalahi et al., 2021).

Keabsahan data dijamin melalui teknik triangulasi sumber, waktu, dan metode, serta member checking kepada subjek penelitian untuk memastikan kredibilitas interpretasi data. Seluruh proses penelitian memperhatikan prinsip etika, seperti persetujuan tertulis dari sekolah, kerahasiaan identitas peserta didik, dan penggunaan data semata-mata untuk tujuan ilmiah. Dengan metode yang sistematis dan transparan ini, penelitian diharapkan dapat direplikasi dan menjadi rujukan bagi pengembangan desain pembelajaran inovatif pada materi statistika di sekolah menengah (Arafani et al., 2019; Gravemeijer & Cobb, 2006).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 8 Tasikmalaya, dengan subjek utama siswa kelas VII yang dipilih secara purposive untuk merepresentasikan keberagaman kemampuan akademik. Sebanyak 32 peserta didik terlibat aktif dalam studi ini, terdiri dari 18 siswa perempuan dan 14 siswa laki-laki dengan rentang usia antara 12 hingga 13 tahun. Kondisi kelas heterogen baik dari sisi prestasi maupun latar belakang sosial-ekonomi, dengan mayoritas siswa berasal dari keluarga menengah ke bawah. Proses pembelajaran berlangsung pada semester genap tahun ajaran 2023/2024 di ruang kelas yang telah dilengkapi fasilitas teknologi sederhana, seperti proyektor dan beberapa perangkat komputer yang terhubung ke internet. Seluruh kegiatan penelitian mendapat dukungan penuh dari pihak sekolah dan guru mata pelajaran matematika.

Pelaksanaan pembelajaran dimulai dengan orientasi masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, yaitu mengumpulkan data tinggi badan siswa sebagai konteks utama. Aktivitas ini bertujuan untuk mengaitkan konsep abstrak ukuran pemusatan data (mean, median, modus) dengan realitas konkret. Proses pengumpulan data dilakukan secara kelompok, dimana setiap kelompok terdiri dari 4-5 siswa. Data yang diperoleh selanjutnya diolah dan divisualisasikan menggunakan dot plot pada perangkat lunak Geogebra.

Pada tahap berikutnya, siswa diarahkan untuk melakukan identifikasi, pengelompokan, dan pengurutan data tinggi badan yang telah dikumpulkan. Analisis data hasil observasi menunjukkan bahwa hampir seluruh kelompok mampu mengurutkan data dengan tepat, meskipun terdapat dua kelompok yang sempat keliru dalam pengelompokan nilai data berulang. Seperti diungkapkan oleh salah satu informan, “Awalnya kami bingung cara mengelompokkan tinggi badan yang sama, tetapi setelah diskusi dan melihat visualisasi di Geogebra, kami jadi lebih paham” (kutipan dari informan dengan inisial AF).

Proses matematisasi yang terjadi pada peserta didik dapat diamati dari cara mereka berpindah dari konteks konkret ke representasi semi-formal, hingga akhirnya ke bentuk notasi formal. Pada tahap building stone number, siswa mulai memahami bahwa penjumlahan seluruh nilai tinggi badan dibagi jumlah siswa menghasilkan rata-rata (mean). Demikian pula, pencarian nilai tengah setelah data diurutkan menghasilkan median, dan pencarian nilai yang paling sering muncul menghasilkan modus. Hasil observasi selama diskusi kelompok menunjukkan bahwa penggunaan Geogebra sangat membantu dalam memverifikasi hasil perhitungan, terutama pada konsep mean dan median.

Salah satu informan, DF, menyatakan: “Dengan Geogebra, kami bisa langsung melihat perubahan data saat diurutkan dan hasil rata-rata secara otomatis, jadi lebih yakin dengan jawaban.” Kemampuan

peserta didik dalam memahami notasi formal juga meningkat, terlihat dari jawaban mereka di Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang telah disesuaikan dengan sintaks Problem Based Learning. Secara umum, hasil analisis menunjukkan bahwa hampir 90% peserta didik dapat menuliskan rumus mean, median, dan modus secara benar setelah mengikuti pembelajaran ini.

Untuk mengukur capaian hasil belajar, dilakukan tes pretest sebelum pembelajaran dan posttest setelah implementasi desain. Hasil analisis skor rata-rata pretest menunjukkan bahwa hanya 8 siswa (25%) yang mencapai skor  $\geq 75$  (KKM), sedangkan pada posttest jumlah siswa yang mencapai KKM meningkat menjadi 27 siswa (84,4%). Tabel berikut menggambarkan peningkatan hasil belajar siswa:

**Tabel 1. Hasil Belajar Siswa**

Jenis Tes	Rata-rata Nilai	Jumlah Siswa $\geq$ KKM (75)	Persentase Siswa Tuntas
Pretest	67,4	8	25%
Posttest	84,8	27	84,4%

Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa sebagian besar peningkatan terjadi pada indikator kemampuan mengidentifikasi data yang relevan, mengurutkan data, serta menerapkan rumus mean, median, dan modus. Salah satu peserta didik, dengan inisial RM, menuturkan: “Sebelum belajar pakai Geogebra dan cara kelompok, saya sering salah hitung rata-rata. Sekarang, saya jadi lebih mudah karena ada gambar dan diskusi.”

Selama implementasi, ditemukan beberapa hambatan utama yang dialami siswa, khususnya pada tahap awal pengelompokan data dan pemahaman perbedaan antara median dan modus. Hambatan ini terutama muncul pada kelompok dengan anggota yang kemampuan matematikanya di bawah rata-rata kelas. Namun, hambatan tersebut secara bertahap dapat diatasi melalui diskusi kelompok dan fasilitasi guru. Proses refleksi juga dilakukan pada akhir siklus pembelajaran, di mana peserta didik diminta menuliskan pengalaman belajar mereka. Mayoritas siswa menuliskan bahwa pembelajaran berbasis masalah dengan bantuan Geogebra membuat materi ukuran pemusatan data terasa lebih konkret dan mudah dipahami. Seperti disampaikan oleh inisial EN: “Saya jadi lebih mengerti karena bisa melihat langsung data tinggi badan teman-teman dan belajar bersama, bukan hanya mendengarkan guru saja.”

Pembahasan hasil penelitian ini menyoroti makna temuan empiris dan posisinya dalam kaitan dengan teori serta hasil penelitian sejenis yang telah diuraikan pada bagian pendahuluan. Penelitian ini menegaskan bahwa penerapan desain pembelajaran ukuran pemusatan data berbasis Problem Based Learning (PBL) yang terintegrasi dengan Geogebra dan konteks ukuran tinggi badan siswa terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep mean, median, dan modus pada siswa SMP. Peningkatan capaian hasil belajar, dari rerata pretest 67,4 menjadi posttest 84,8 dengan lebih dari 84% siswa melampaui Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran ini berperan penting dalam mengatasi kesulitan belajar statistika yang selama ini menjadi masalah mendasar di tingkat SMP sebagaimana telah diidentifikasi oleh Yusuf et al. (2017), Ashidiqi & Setiawan (2021), serta Dewi et al. (2020). Temuan ini sekaligus memperkuat analisis Adiastuty (2018) dan Hia & Harefa (2023) mengenai learning obstacle yang kerap bersumber dari hambatan ontogenik, didaktik, maupun epistemologis, yang dapat diminimalisir dengan pendekatan desain pembelajaran inovatif dan kontekstual.

Keterpaduan antara model PBL, konteks kehidupan nyata, dan pemanfaatan teknologi Geogebra dalam lintasan belajar yang dirancang secara sistematis terbukti efektif mendorong proses matematisasi siswa. Aktivitas pembelajaran yang berjenjang, mulai dari orientasi masalah konkret (pengumpulan data tinggi badan), pengelompokan, pengurutan data, pemodelan dengan dot plot di Geogebra, hingga perumusan notasi formal mean, median, dan modus, selaras dengan teori desain pembelajaran yang menekankan pentingnya perencanaan terstruktur dan kontekstual sebagaimana diungkapkan oleh Avila (2021) dan Putrawangsa (2019). Proses berpikir matematis yang teramati pada siswa juga sejalan dengan

prinsip Hypothetical Learning Trajectory (HLT) yang dikemukakan Warsito dkk. (2019) dan Simon (1995), di mana aktivitas dan urutan pembelajaran yang sistematis mampu mengarahkan perkembangan pemahaman konsep siswa secara bertahap, mulai dari konteks konkret hingga abstraksi formal. Keterlibatan siswa dalam diskusi kelompok, eksplorasi visual data menggunakan Geogebra, dan penyusunan notasi formal mencerminkan keberhasilan Local Instruction Theory (LIT) dalam mengelola aktivitas pembelajaran kontekstual sebagaimana dikaji oleh Gravemeijer & Erde, Nofita, Telung et al. (2022). Efektivitas model PBL yang diterapkan pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Isrok'atun dan Rosmala (2018), Bate et al. (2019), serta Silalahi et al. (2021), yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, kolaborasi, dan kemandirian siswa. Penelitian ini memperkuat temuan Afriadi (2018) dan Abidin (2020) bahwa model PBL mendorong koneksi dan penalaran matematis siswa lebih dalam, khususnya saat dipadukan dengan pendekatan kolaboratif. Sintaks PBL yang meliputi orientasi masalah, pengorganisasian kelompok, bimbingan investigasi, presentasi hasil, dan refleksi, telah mendorong siswa untuk aktif membangun pengetahuan, berbagi ide, dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, sebagaimana menjadi ciri khas PBL yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran.

Integrasi konteks nyata yang diwakili oleh data tinggi badan siswa sebagai jembatan antara konsep abstrak dan kehidupan sehari-hari memperkuat efektivitas pembelajaran, sejalan dengan hasil penelitian Irene et al. (2022), Yayuk et al. (2018), dan Sujadi (2022). Pendekatan kontekstual yang diterapkan dalam penelitian ini tidak hanya menarik minat siswa, tetapi juga memfasilitasi proses transfer pengetahuan dari pengalaman konkret ke pemahaman formal, sebagaimana dianjurkan oleh Arafani et al. (2019) dan Isharyadi (2018). Efektivitas pendekatan ini juga tercermin pada meningkatnya kemampuan pemecahan masalah dan literasi numerasi siswa, sebagaimana diungkapkan oleh Nashirulhaq et al. (2022) dan Sitepu & Nainggolan (2023).

Penggunaan Geogebra dalam proses pembelajaran terbukti krusial dalam memvisualisasikan data, memverifikasi perhitungan, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Temuan ini memperkuat hasil penelitian Adini et al. (2022), Amaliah et al. (2022), Anggraeni et al. (2021), dan Ghalib & Mahmudi (2022), yang menunjukkan bahwa Geogebra mampu membantu siswa dalam memahami konsep matematika secara dinamis dan interaktif. Geogebra memudahkan proses analisis dan validasi data, mempercepat perhitungan mean dan median, serta mengurangi kesalahan hitung yang sering terjadi pada pembelajaran konvensional, sebagaimana juga ditemukan oleh Diyah (2020) dan Nur (2016).

Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa learning obstacle yang muncul selama proses pembelajaran, seperti kesulitan pengelompokan data dan membedakan median dengan modus, dapat diatasi melalui diskusi kelompok dan pendampingan guru. Hal ini konsisten dengan klasifikasi hambatan belajar menurut Brousseau (2002), di mana hambatan ontogenik, didaktik, dan epistemologis dapat diminimalisir dengan desain pembelajaran yang adaptif dan responsif. Temuan ini mendukung hasil Adiasutty (2018) dan Hia & Harefa (2023), sekaligus menambah bukti bahwa pengelolaan learning obstacle yang baik berperan penting dalam peningkatan hasil belajar statistika.

Dari sisi hasil belajar, penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan baik pada aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik siswa. Siswa tidak hanya mampu memahami dan mengerjakan soal ukuran pemusatan data dengan lebih baik, tetapi juga menjadi lebih aktif, percaya diri, dan mampu mengoperasikan Geogebra secara mandiri. Hal ini sejalan dengan teori hasil belajar yang dikemukakan Whittaker (1972), Gagne (1977), Dimiyati & Mudjino (2006), dan Moore (2014), serta memperkuat pentingnya model pembelajaran inovatif dalam pengembangan literasi dan numerasi siswa sebagaimana dinyatakan oleh Nashirulhaq et al. (2022) dan Sitepu & Nainggolan (2023). Selain itu, peningkatan partisipasi aktif siswa selama proses pembelajaran, sebagaimana teramati pada kenaikan tingkat keterlibatan dari 59% ke 81%, memperkuat hasil penelitian Siagian (2016), Nisa et al. (2019), dan Pramata & Darhim (2020) yang menyoroti pentingnya pendekatan kolaboratif dan berbasis masalah dalam menumbuhkan keterampilan komunikasi dan representasi matematis siswa.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, secara umum temuan penelitian ini konsisten dan memperkuat bukti empiris terkait efektivitas pembelajaran matematika berbasis konteks,

PBL, dan teknologi. Tidak terdapat hasil yang secara nyata bertentangan dengan penelitian sebelumnya, namun penelitian ini memberikan penguatan pada beberapa aspek penting. Pertama, penelitian ini membuktikan bahwa HLT dan LIT yang selama ini banyak diaplikasikan pada topik matematika lain dapat secara efektif diadaptasi untuk pembelajaran statistika, sehingga memperluas ranah aplikasi teori yang telah dikemukakan oleh Gravemeijer & Erde, Nofita, Telung et al. (2022). Kedua, integrasi simultan antara konteks nyata, PBL, dan Geogebra yang dilakukan dalam penelitian ini menawarkan model pembelajaran yang lebih komprehensif dan inovatif dibandingkan studi sebelumnya yang biasanya memfokuskan pada satu pendekatan. Ketiga, strategi pengelolaan hambatan belajar melalui diskusi kelompok dan pemanfaatan media digital mempertegas pentingnya adaptasi metode pembelajaran dengan karakteristik siswa, sebagaimana disarankan oleh Adiastuty (2018), Yusuf et al. (2017), dan Hia & Harefa (2023). Keempat, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dengan menghasilkan desain pembelajaran yang aplikatif dan dapat dijadikan model bagi guru maupun peneliti dalam mengembangkan pembelajaran matematika yang efektif, bermakna, dan sesuai kebutuhan zaman.

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa desain pembelajaran ukuran pemusatan data berbasis PBL dengan dukungan Geogebra dan konteks nyata memberikan dampak yang signifikan dalam meningkatkan proses matematisasi, hasil belajar, dan motivasi siswa. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyusunan lintasan belajar berbasis HLT yang adaptif, integrasi PBL, konteks, dan teknologi, serta strategi pengelolaan learning obstacle yang efektif. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah guru dapat mengadopsi desain pembelajaran ini sebagai alternatif inovatif, siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna, dan pengembang kurikulum serta peneliti dapat menjadikan model ini sebagai rujukan dalam pengembangan pendidikan matematika berbasis teknologi dan konteks. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan pada lingkup sekolah dan materi yang diteliti, sehingga rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah pengujian model pada materi atau jenjang lain serta pengembangan media digital baru yang mendukung pembelajaran matematika secara interaktif dan kontekstual. Keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa integrasi pendekatan kontekstual, PBL, dan teknologi adalah strategi yang sangat relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di era digital.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang desain pembelajaran ukuran pemusatan data melalui model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Geogebra dengan konteks ukuran tinggi badan, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep mean, median, dan modus pada peserta didik kelas VII SMP. Pembelajaran berbasis masalah yang mengintegrasikan konteks nyata (tinggi badan siswa) terbukti mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak statistika dan pengalaman konkret peserta didik, sehingga proses matematisasi berjalan lebih bermakna dan efektif. Penggunaan Geogebra sebagai media interaktif tidak hanya membantu visualisasi data dan verifikasi perhitungan, tetapi juga meningkatkan motivasi, keterlibatan, serta kemampuan analisis siswa dalam menyelesaikan soal-soal statistika.

Lintasan belajar (learning trajectory) yang dikembangkan melalui tahapan orientasi masalah, pengumpulan dan pengelompokan data, pengurutan serta perhitungan ukuran pemusatan data, visualisasi dengan Geogebra, hingga perumusan notasi formal, menghasilkan proses pembelajaran yang sistematis dan adaptif terhadap kebutuhan siswa. Proses ini mampu meminimalisir hambatan belajar, baik yang bersifat ontogenik, didaktik, maupun epistemologis, sebagaimana diidentifikasi dalam literatur dan hasil observasi lapangan. Data hasil belajar menunjukkan peningkatan signifikan: rata-rata skor pretest sebesar 67,4 meningkat menjadi 84,8 pada posttest, dengan persentase siswa yang mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) naik dari 25% menjadi 84,4%. Peningkatan ini tidak hanya terjadi pada aspek kognitif, tetapi juga pada partisipasi aktif, keterampilan komunikasi, dan kemandirian belajar siswa.

Temuan penelitian ini juga menegaskan pentingnya peran diskusi kelompok, fasilitasi guru, dan penggunaan media digital dalam mengelola kesulitan belajar serta memperkuat keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis siswa. Model pembelajaran yang dikembangkan telah membuktikan

efektivitasnya sebagai solusi inovatif atas tantangan pembelajaran statistika di tingkat SMP, serta memberikan kontribusi teoritis bagi pengembangan desain pembelajaran matematika yang adaptif, kontekstual, dan berbasis teknologi.

Sebagai tindak lanjut, disarankan agar guru matematika menerapkan model pembelajaran berbasis masalah dengan integrasi konteks kehidupan nyata yang relevan dan media interaktif seperti Geogebra secara bertahap dan terstruktur. Guru juga perlu menyediakan latihan berbasis konteks lain untuk memperluas wawasan dan meningkatkan fleksibilitas berpikir matematis peserta didik. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk menguji efektivitas desain pembelajaran ini pada materi atau jenjang yang berbeda, serta mengembangkan inovasi media digital dan strategi pembelajaran kontekstual lain yang mendukung pencapaian kompetensi numerasi dan literasi matematika siswa. Penelitian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan pembelajaran, seperti motivasi, gaya belajar, dan dukungan lingkungan belajar, guna menghasilkan model pembelajaran yang lebih holistik dan aplikatif di berbagai situasi pendidikan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Z. (2020). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Masalah, Proyek, dan Inkuiri terhadap Kemampuan Koneksi Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), 123-134.
- Adiastuty, P. (2018). Desain Bahan Ajar Deduktif Berbasis Learning Obstacle pada Materi Statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 45-57.
- Adini, S., Pratiwi, A. P., & Hidayat, W. (2022). Pelatihan Pemanfaatan GeoGebra sebagai Media Pembelajaran Matematika Interaktif. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 89-98.
- Afriadi, S. (2018). Pengembangan Desain Pembelajaran RME pada Topik Rata-rata Hitung. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 11(2), 67-74.
- Amaliah, N., Zulkarnain, R., & Sari, S. (2022). Perancangan Media Pembelajaran Berbasis GeoGebra pada Materi Statistika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(3), 155-162.
- Andrade, J., Rodriguez, P., & Lopez, M. (2023). Digital Technologies in Mathematics Education: A Systematic Review. *International Journal of Mathematics Education*, 54(1), 101-119.
- Anggraeni, T., Fauzi, F., & Saputra, E. (2021). Pengembangan Media GeoGebra untuk Pemahaman Konsep Matematika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 15(2), 93-104.
- Arafani, S., Suryani, E., & Fitriyani, F. (2019). Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis melalui Pendekatan Kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 77-85.
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik* (Edisi Revisi). Jakarta: Rineka Cipta.
- Ariska, P., Rahmawati, I., & Susanti, N. (2020). Efektivitas Discovery Learning Berbantuan Media Komik Strip pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 10(1), 21-29.
- Ashidiqi, M. A., & Setiawan, W. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMP pada Materi Statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(2), 89-99.
- Bate, E., Hompstead, K., & Jones, P. (2019). Problem-Based Learning and Student Roles: A Case Study. *Journal of Mathematics Education*, 12(3), 244-258.
- Dewi, A. S., Ramadhani, F., & Kartika, Y. (2020). Analisis Kesulitan Siswa dalam Materi Statistika di SMP. *Jurnal Pendidikan*, 25(2), 201-209.
- Desrianti, E., Rambe, S., & Putra, A. (2012). Penggunaan Audio Visual sebagai Alat Pengajaran Matematika. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*, 7(2), 100-108.
- Dimiyati, & Mudjiono. (2006). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Diyah, S. (2020). Pemanfaatan GeoGebra dalam Meningkatkan Pemahaman Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 55-63.
- Gagne, R. M. (1977). *The Conditions of Learning* (3rd ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Ghalib, M., & Mahmudi, A. (2022). Pengaruh GeoGebra terhadap Kemampuan Spasial Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 31-40.
- Gravemeijer, K., & Cobb, P. (2006). Design Research from a Learning Design Perspective. In J. van den

- Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational Design Research* (pp. 17-51). London: Routledge.
- Halawa, Y., & Harefa, D. (2024). Pengaruh Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbasis Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 19(1), 115-127.
- Hia, L., & Harefa, D. (2023). Analisis Kesulitan Pemahaman Konsep Matematika Siswa Kelas VIII. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 18(2), 98-106.
- Hudha, M., & Anan, M. (2018). Faktor Internal dan Eksternal yang Mempengaruhi Hasil Belajar Matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 5(1), 45-52.
- Irene, Y., Suharyanto, & Kusuma, D. (2022). Konteks Kehidupan Nyata dalam Pembelajaran Matematika SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(2), 78-88.
- Isrok'atun, R., & Rosmala, D. (2018). Model Problem Based Learning dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(3), 215-225.
- Marsita, N., & Rohmah, F. (2021). Efektivitas Pembelajaran Matematika Kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(2), 71-80.
- Moore, K. D. (2014). *Effective Instructional Strategies: From Theory to Practice* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Nashirulhaq, M., Sari, I., & Rahayu, E. (2022). Literasi dan Numerasi sebagai Dasar Pembelajaran Matematika di SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 103-112.
- Nisa, D. A., Pramudya, I., & Yuli, E. (2019). Penalaran Statistis Siswa SMP pada Materi Ukuran Pemusatan Data. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 63-72.
- Nur, F. (2016). Manfaat GeoGebra dalam Pembelajaran Matematika Modern. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(1), 49-57.
- Pramata, I. G. N., & Darhim. (2020). Implementasi Strategi REACT untuk Mengembangkan Representasi dan Penalaran Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 67-78.
- Putrawangsa, H. (2019). Desain Pembelajaran Efektif dan Efisien. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 14(2), 109-117.
- Septian, H., Riyadi, & Utama. (2019). Pengembangan LKPD Berbasis Realistic Mathematics Education (RME) untuk Materi Statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(3), 172-180.
- Siagian, P. (2016). Kemampuan Koneksi Matematik Siswa SMP dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 39-50.
- Silalahi, E., Simanjuntak, P., & Sibarani, D. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 18(2), 119-130.
- Simon, M. A. (1995). Reconstructing Mathematics Pedagogy from a Constructivist Perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(2), 114-145.
- Sitepu, D. S., & Nainggolan, H. (2023). Peningkatan Literasi dan Numerasi Siswa SMP melalui Pembelajaran Kontekstual. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 19(1), 58-69.
- Slameto. (2010). *Belajar dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Sujadi, I. (2022). Pembelajaran Matematika Kontekstual dan Relevansinya dengan Kehidupan Sehari-hari. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 34-45.
- Tanzimah, Jamaluddin, & Sumargiyani, S. (2019). Penerapan GeoGebra dalam Pembelajaran Geometri. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 77-86.
- Telung, A. A., Nofita, M., & Erde, M. (2022). Local Instruction Theory pada Pembelajaran Statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(2), 129-138.
- Warsito, H., Pramudya, I., & Sarwanto, E. (2019). Hypothetical Learning Trajectory pada Pembelajaran Matematika SMP. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 17-26.
- Whittaker, J. O. (1972). *Introduction to Learning and Teaching*. New York: Harper & Row.
- Yayuk, S., Nurdin, H., & Saputro, D. (2018). Penggunaan Konteks dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 13(2), 94-101.



Yusuf, M., Rahayu, S., & Santoso, D. (2017). Hambatan Belajar Siswa SMP pada Materi Statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(3), 173-181.