

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif, Metode eksperimen adalah metode penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan hubungan sebab-akibat antara variabel X dengan Variabel Y (Sodik & Siyoto, 2015). Selain itu, Metode penelitian eksperimental menurut Fraenkel, Wallen, & Hyun merupakan satu-satunya jenis penelitian yang secara langsung memperlihatkan hubungan sebab-akibat dengan memberikan perlakuan atau intervensi terhadap variabel yang sedang dianalisis (Fraenkel, Wallen, & Hyun, 2009). Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keefektifan model pembelajaran *Project Based Learning* (PJBL) berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa Kelas XI SMAN 1 Puncu. Sedangkan rancangan penelitian atau desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Pretest-Posttest Control Group Design*. Menurut Creswell (2014), desain ini merupakan salah satu desain quasi-experiment yang paling efektif untuk menguji pengaruh suatu perlakuan dengan membandingkan kondisi kelompok sebelum dan setelah perlakuan, serta membandingkannya dengan kelompok pembanding yang tidak mendapat perlakuan.

Teknik pengambilan sampel pada rancangan penelitian ini terdapat dua kelas atau kelompok yang dipilih. Kelas eksperimen diberi perlakuan (*treatment*) dengan menerapkan model *Project-Based Learning* berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra*, sedangkan kelas kontrol menggunakan

model pembelajaran konvensional (ceramah/penjelasan guru, tanya jawab, dan yang terakhir diberikan latihan soal). Secara umum dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 3. 1Desain Penelitian

Kelas	<i>Pretest</i>	Treatment	Posttest
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_3	-	O_4

Keterangan:

O_1 = *Pretest* pada kelas eksperimen, dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis sebelum diberikan perlakuan

O_2 = *Posttest* pada kelas eksperimen, dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis setelah diberikan perlakuan

O_3 = *Pretest* pada kelas kontrol, dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis sebelum diberikan perlakuan

O_4 = *Posttest* pada kelas eksperimen, dilakukan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis setelah diberikan perlakuan

X_1 = Perlakuan kelas eksperimen dengan model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra*

B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang menjadi objek pengamatan dalam suatu penelitian dan memiliki variasi nilai. Penelitian ini meliputi 2 variabel yang terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat yaitu:

1. Variabel bebas (variabel X) yaitu Model pembelajaran *Project Based Learning* berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra*, Variabel ini menjadi faktor yang memberikan pengaruh atau perlakuan terhadap kelompok eksperimen dalam proses pembelajaran.
2. Variabel terikat (variabel Y) yaitu Kemampuan berpikir kritis matematis siswa. Menurut sugiyono variabel terikat atau dependent adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas .

C. Populasi dan Sampel

Populasi merupakan sekumpulan yang mencakup semua unsur yang menjadi fokus studi. Unsur-unsur ini dapat berupa individu, objek, atau kejadian yang memiliki atribut tertentu. Populasi tidak hanya meliputi jumlah partisipan, tetapi juga seluruh ciri yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Dengan demikian populasi berfungsi sebagai gambaran dari keseluruhan yang ingin dijadikan generalisasi (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D., 2013). Populasi dalam penelitian ini adalah Peserta didik kelas XI di SMAN 1 Puncu Tahun ajaran 2025/2026 yang terdiri dari 4 kelas, yaitu kelas XI Ipa 4 -XI Ipa 7 dengan jumlah rata-rata pada setiap kelas terdapat 34 peserta didik dan 36 siswa pada kelas Ipa 4, dan total keseluruhan adalah 138 Peserta didik.

Mengingat jumlah populasi yang besar dan keterbatasan peneliti, maka penelitian ini menggunakan teknik sampel. Penarikan sampel dilakukan dengan Teknik *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan atau kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2019). Pemilihan kelas sampel dilakukan secara sengaja setelah berkonsultasi dengan guru mata pelajaran matematika dan melakukan observasi awal, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- 1) Kelas memiliki karakteristik dan tingkat kemampuan akademik awal yang relatif setara, berdasarkan nilai rapor matematika semester gasal.
- 2) Adanya kesepakatan guru mata pelajaran bersedia untuk berkolaborasi dalam pelaksanaan penelitian.
- 3) Kedua kelas yang diteliti memiliki jadwal pembelajaran yang tidak bertabrakan, sehingga memungkinkan peneliti untuk melaksanakan perlakuan di kelas eksperimen dan observasi di kelas kontrol secara optimal.

Berdasarkan pertimbangan tersebut, terpilih dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu:

- 1) Kelas Eksperimen: Kelas XI Ipa 5 yang berjumlah 34 siswa, yang akan diberikan perlakuan berupa model pembelajaran *Project-Based Learning* berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra*
- 2) Kelas Kontrol: Kelas XI Ipa 6 yang berjumlah 34 siswa, yang akan belajar menggunakan model pembelajaran konvensional.

Dengan demikian, total sampel dalam penelitian ini adalah 68 siswa yang terbagi ke dalam dua kelompok.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara yang digunakan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui tes kemampuan berpikir kritis matematis yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir kritis peserta didik.

1) Tes

Tes merupakan instrumen evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan dan hasil belajar peserta didik melalui serangkaian pertanyaan yang telah disusun sesuai tujuan tertentu. (Syahrur & Salim, 2014). Dalam penelitian ini, tes yang digunakan berupa pretest dan posttest untuk mengetahui kemampuan peserta didik sebelum dan sesudah diberikan perlakuan.

- *Pretest*

Pretest merupakan tes awal yang diberikan kepada siswa sebelum mendapatkan perlakuan pembelajaran. Tes ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis matematis awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dalam penelitian ini, pretest terdiri atas dua soal uraian dimana masing – masing soal di pecah menjadi 6 poin.

- *Posttest*

Posttest merupakan tes akhir yang diberikan kepada siswa setelah diberikan perlakuan pembelajaran untuk mengetahui hasil atau peningkatan kemampuan yang diperoleh. Hasil dari posttest ini digunakan untuk mengevaluasi apakah ada perbedaan dalam kemampuan berpikir matematis antara siswa di kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Posttest terdiri dari lima pertanyaan yang disusun dalam bentuk soal uraian.

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian dalam studi ini mencakup alat atau perangkat yang dipakai untuk mengumpulkan data. Di sini, instrumen yang dipergunakan meliputi dan soal tes yang berbentuk uraian.

a. Tes

Instrumen penelitian berupa seperangkat soal uraian telah disusun oleh peneliti dengan bimbingan dosen pembimbing. Instrumen tersebut digunakan untuk mengumpulkan data mengenai kemampuan representasi matematis peserta didik (Sodik & Siyoto, 2015). Tes ini dirancang untuk mengevaluasi kemampuan berpikir kritis matematis siswa sebelum (*pretest*) dan setelah (*posttest*) proses pembelajaran. Tes kemampuan berpikir kritis matematis diberikan sebanyak dua kali, yaitu *pretest* (sebelum perlakuan) dan *posttest* (setelah serangkaian perlakuan). Soal *pretest* dan *posttest* disusun secara paralel. Artinya, kedua set soal tersebut memiliki tingkat kesulitan, cakupan materi (Regresi Linear), dan indikator berpikir kritis yang setara, namun dengan nomor, nilai, dan konteks permasalahan yang berbeda. Hal ini

dilakukan untuk mencegah efek hafalan siswa yang dapat mengancam validitas internal penelitian.

Setiap *pretest* dan *posttest* terdiri dari dua soal masing- masing soal terpecah menjadi 6 poin (a-f), sehingga secara total ada 4 soal /24 poin soal. Instrumen tes ini digunakan untuk menilai apakah ada perbedaan dalam kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kisi-kisi instrumen tes disusun berdasarkan indikator kemampuan berpikir kritis matematis menurut Facione (2015) yang terintegrasi dengan materi Regresi Linear. Berikut adalah kisi-kisinya:

Tabel 3. 2 Kisi-kisi Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 1 Puncu

Mata Pelajaran : Matematika

Kelas / Semester : XI /Genap

Alokasi Waktu : 90 Menit

Jumlah Soal : 2

Bentuk Soal : Uraian

Materi : Regresi Linear

No	CP	TP	Indikator Soal	Level Kognitif	Bentuk Soal	Nomor soal	Skor Maks
1	Di akhir fase F, peserta didik dapat melakukan	1. Peserta didik mampu menentukan garis	Peserta didik diberikan data (x, y) yaitu intensitas cahaya (x) terhadap laju fotosintesis (y) pada tanaman.	C4 (Menganalisis)	Uraian	1	65

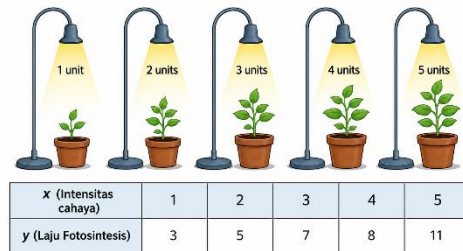
	proses penyelidikan statistika untuk data bivariat. Mereka dapat mengidentifikasi dan menjelaskan asosiasi antara dua variabel kategorikal dan antara dua variabel numerikal. Mereka dapat memperkirakan	regresi pada diagram pencar, mengidentifikasi hubungan dua variabel (x dan y) dari tabel data, serta menentukan arah hubungan (positif atau negatif), serta menyajikan pasangan data dengan tepat.	Siswa menggambarkan diagram pencar dan menentukan garis regresi dari data tersebut kemudian membuat tabel bantu x, y, x^2, xy, menghitung $\sum$, menentukan b dan a, menuliskan $\hat{y} = a + bx$, menjelaskan arti a dan b pada laju fotosintesis saat $x = 8$. Dan mengevaluasi apakah ada kesalahan dari analisis yang diberikan, lalu siswa memberikan asumsi jika prediksi salah.				
		2. Peserta didik dapat					

	model linear terbaik (best fit) pada data numerikal. Mereka dapat membedakan hubungan asosiasi dan sebab-akibat.	menghitung nilai koefisien regresi a dan b menggunakan metode kuadrat terkecil serta menyusun persamaan regresi linear $\hat{y} = a + bx$ berdasarkan data yang diberikan,serta menentukan nilai taksiran pada					
--	---	--	--	--	--	--	--

		titik tertentu dengan tepat dan benar.					
2		3. Peserta didik mampu menerapkan interpolasi dan ekstrapolasi data berdasarkan suatu persamaan garis regresi linear, menggunakan metode kuadrat terkecil untuk menyelesaikan	Peserta didik diberikan data (x, y) konsentrasi larutan (x dalam mol/L) dengan laju reaksi (y dalam satuan tertentu). Siswa mengambarkan diagram pencar dan menentukan garis regresi dari data yang diberikan kemudian membuat tabel bantu x, y, x^2, xy , <i>menghitung</i> Σ , menentukan b dan a , menuliskan $\hat{y} = a + bx$, menjelaskan arti a dan b pada laju reaksi, memprediksi reaksi saat $x = 3,5$ dan $x = 6$,	C4 (Menganalisis)	Uraian	2	65

		masalah kontekstual serta menafsirkan hasil prediksi atau taksiran dengan tepat dan benar.	kemudian mengevaluasi apakah ada kesalahan berdasarkan prediksi, lalu siswa memberikan asumsi jika prediksi salah.				

KUNCI JAWABAN DAN RUBRIK PENSKORAN SOAL PRETEST



Gambar 1. Ilustrasi tanaman yang mendapatkan intensitas cahaya berbeda.

1.

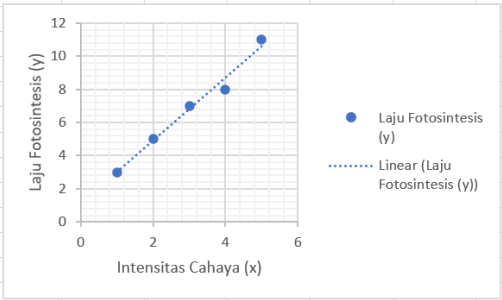
Dafa seorang siswa kelas 11 sedang melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya (x) terhadap laju fotosintesis (y) pada tanaman. Dafa melakukan pengamatan terhadap tumbuhan tersebut selama beberapa hari. Hasil pengamatan dafa selama beberapa hari tersebut ditunjukkan pada tabel yang ada pada gambar diatas.

Pertanyaan:

- Sajikan pasangan data (x, y) dengan tepat, kemudian gambarkan diagram pencar dan tentukan garis regresi dari data tersebut.
- Tentukan arah hubungan antara variabel x dan y (positif/negatif). Dan jelaskan alasanmu berdasarkan pola data.
- Buatlah tabel bantu x, y, x^2, xy , kemudian hitung: $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$
- Tentukan nilai koefisien regresi a dan b dengan metode kuadrat terkecil, lalu susun persamaan regresi ; $\hat{y} = a + bx$

- e. Jelaskan makna koefisien a dan b dalam konteks laju fotosintesis.
- f. Gunakan persamaan regresi untuk memprediksi laju fotosintesis saat $x = 8$. Kemudian berikan pendapatmu mengenai hasil prediksi yang diperoleh, apakah masuk akal jika dibandingkan dengan data sebelumnya? , lalu apakah model regresi ini sudah tepat dan sebutkan kemungkinan kesalahan dalam analisismu.

No	Indikator Soal	Kunci Jawaban	Skor Maksimal	Kriteria
1a.	(Interprestasi) Siswa diberikan permasalahan mengenai intensitas cahaya terhadap laju fotosintesis . Siswa diminta mengidentifikasi variabel yang terlibat (variabel bebas dan terikat),kemudian siswa diminta untuk memasukan	Pasangan data: (1,3), (2,5), (3,7), (4,8), (5,11) Diagram pencar:	10	10 : Seluruh jawaban benar (memasangkan data dengan tepat, membuat diagram pencar dan menentukan garis regresi dengan benar sesuai data). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan

	data tersebut kedalam diagram pencar.	 Titik-titik akan membentuk pola yang cenderung naik ke arah kanan atas secara linear.		dalam memasangkan data maupun memasukkan data kedalam diagram pencar). 4 : Sebagian jawaban benar (hanya menuliskan pasangan data tanpa menggambar diagram). 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
1b.	(Analisis)	Hubungan: positif	5	5 : Seluruh jawaban benar (menjawab pola hubungan

	Siswa diberikan data dalam bentuk tabel atau diagram pencar. Siswa diminta menganalisis pola hubungan yang terjadi, apakah menunjukkan kecenderungan meningkat, menurun, atau tidak memiliki hubungan yang jelas.	Alasan : berdasarkan pola data, semakin besar nilai intensitas cahaya x, maka nilai laju fotosintesis (y) juga cenderung meningkat.		serta memberikan alasan yang tepat). 3 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian alasan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab								
1c.	(Analisis Lanjut) Siswa diminta untuk menganalisis data kemudian memasukkanya kedalam tabel	Tabel bantu x, y, x^2, xy <table border="1"> <tr> <td>x</td> <td>y</td> <td>x^2</td> <td>xy</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> </table>	x	y	x^2	xy	1	3	1	3	15	15 :Seluruh jawaban benar(tabel bantu x, y, x^2, xy terisi lengkap
x	y	x^2	xy									
1	3	1	3									

	bantu ,kemudian menghitung total keseluruhan datanya. <table border="1"> <tr><td>2</td><td>5</td><td>4</td><td>10</td></tr> <tr><td>3</td><td>7</td><td>9</td><td>21</td></tr> <tr><td>4</td><td>8</td><td>16</td><td>32</td></tr> <tr><td>5</td><td>11</td><td>25</td><td>55</td></tr> </table> $\sum x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15,$ $\sum y = 3 + 5 + 7 + 8 + 11 = 34,$ $\sum x^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25 = 55,$ $\sum xy = 3 + 10 + 21 + 32 + 55 = 121$ $n = 5$	2	5	4	10	3	7	9	21	4	8	16	32	5	11	25	55		dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ benar. 12 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan sel baris dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$. 8 : Sebagian jawaban benar namun tidak menghitung total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah.
2	5	4	10																
3	7	9	21																
4	8	16	32																
5	11	25	55																

				0: Tidak menjawab
1d.	(Inferensi) Siswa diminta menyimpulkan bagaimana hubungan kedua variabel tersebut dan memperkirakan apa yang akan terjadi jika waktu penggunaan ditambah.	Regresi linear Diketahui : $\sum x = 15, \sum y = 34, \sum x^2 = 55, \sum xy = 121$ $n = 5$ Ditanya : Hitunglah koefisien a dan b kemudian tentukan persamaan regresinya? Jawab: $b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$ $b = \frac{5(121) - (15)(34)}{5(55) - 225}$	15	10 : Seluruh jawaban benar (menyelesaikan perhitungan persamaan regresi dengan urut dan dengan rumus yang tepat dan benar). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan persamaan regresinya. 4 :Menuliskan rumus dengan benar tetapi tidak

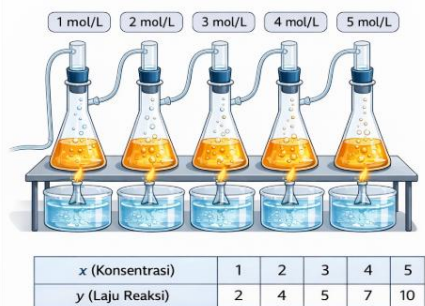
		$= \frac{605 - 510}{275 - 225}$ $= \frac{95}{50}$ $= 1,9$ $a = \frac{n \sum y - b(\sum x)}{n}$ $a = \frac{34 - 1,9(15)}{5}$ $= \frac{34 - 28,5}{5}$ $= \frac{5,5}{5} = 1,1$ Persamaan regresi $\hat{y} = a + bx$ $\hat{y} = 1,1 + 1,9x$		mampu menyelesaikan perhitungan hingga membentuk persamaan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
--	--	--	--	--

		Berdasarkan persamaan regresi $\hat{y} = 1,1 + 1,9x$, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi intensitas cahaya, maka laju fotosintesis semakin meningkat karena koefisien regresi bernilai positif.		
1e.	(Eksplanasi) Siswa diminta menjelaskan alasan mengapa mereka menyimpulkan adanya hubungan tertentu, serta bagaimana data mendukung kesimpulan tersebut.	• $a = 1,1$: jika tanaman tidak memperoleh intensitas cahaya, maka perkiraan laju fotosintesis adalah 1,1 unit. • $b = 1,9$: setiap intensitas naik 1 satuan, maka diprediksi dapat meningkatkan laju fotosintesis sekitar naik 1,9 unit.	10	10 : Semua jawaban benar (menjelaskan alasan adanya hubungan serta menggunakan data untuk mendukung kesimpulannya). 8 :Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam

				memberikan alasan dan data sebagai pendukungnya. 5 : Sebagian jawaban benar namun hanya menjelaskan salah satu koefisien saja. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab
1f.	(Evaluasi dan Regulasi diri)	Prediksi:	10	10 : Seluruh jawaban benar (perhitungan prediksi y untuk $x=30$)

Siswa diberikan hasil prediksi menggunakan model (misalnya melalui ekstrapolasi). Siswa diminta mengevaluasi apakah hasil tersebut masuk akal atau tidak, serta menjelaskan kemungkinan kesalahan atau keterbatasan model. Self Regulation: Memeriksa kembali seluruh proses penyelesaian dan melakukan perbaikan apabila terdapat kesalahan. Terlihat adanya evaluasi terhadap	Diketahui : $\hat{y} = 1,1 + 1,9x$ Ditanya : Berapa prediksi persamaan regresi jika $x = 8$? $\hat{y} = 1,1 + 1,9(8) = 1,1 + 15,2 = 16,3$ Jadi, jika intensitas cahaya sebesar 8 (satuan) , maka laju fotosintesis diperkirakan sebesar 16,3 Evaluasi: Model ini cukup tepat karena dari data sebelumnya menunjukkan pola peningkatan pada laju fotosintesis , sehingga saat intensitas cahaya $x = 8$ maka nilai fotosintesisnya juga	akurat dan memberikan evaluasi dengan jelas. 8 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian evaluasinya. 5 : Sebagian jawaban benar namun tidak memberikan evaluasi 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
--	---	---

	langkah penyelesaian sehingga jawaban menjadi benar.	diperkirakan meningkat sebesar 16,3. Namun, untuk $x = 8$ adalah prediksi diluar data maka kemungkinan akan terjadi kesalahan. Kesalahan : Kurangnya jumlah sampel data (hanya 5) dan adanya faktor luar (suhu, kadar CO_2) yang tidak diperhitungkan.		
TOTAL SKOR MAKSIMAL			65	



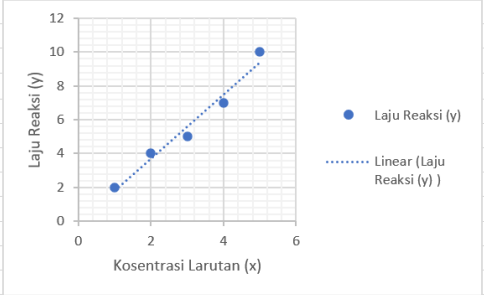
2.

Meisya sedang melakukan percobaan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan (x dalam mol/L) dengan laju reaksi (y dalam satuan tertentu). Data hasil percobaan ditunjukkan dalam tabel pada gambar di atas .

Pertanyaan:

- Sajikan pasangan data (x , y)dengan tepat , kemudian gambarkan diagram pencar dan tentukan garis regresi dari data tersebut dan jelaskan pola hubungan yang terbentuk.
- Tentukan apakah hubungan kedua variabel bersifat linear. Dan jelaskan alasanmu berdasarkan data.
- Buat tabel bantu x, y, x^2, xy , kemudian hitung: $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$
- Tentukan persamaan regresi linear : $\hat{y} = a + bx$
- Tentukan nilai taksiran laju reaksi saat:

• $x = 3,5 \rightarrow$ interpolasi • $x = 6 \rightarrow$ ekstrapolasi • Jelaskan perbedaan interpolasi dan ekstrapolasi berdasarkan laju reaksi terhadap larutan. f. Perhatikan hasil ekstrapolasi pada poin (e). Menurutmu, apakah hasil prediksi tersebut masuk akal jika dibandingkan dengan data sebelumnya? Jelaskan alasanmu. Apakah hasil ekstrapolasi dapat dipercaya sepenuhnya? Sebutkan kemungkinan kesalahan yang terjadi.				
No	Indikator Soal	Kunci Jawaban	Skor Maksima	Kriteria
2a.	(Interprestasi) Siswa diberikan permasalahan mengenai kosentrasi larutan terhadap laju reaksi kimia . Siswa diminta mengidentifikasi	pasangan data (x,y): (1,2), (2,4), (3,5), (4,7), (5,10) Diagram Pencar:	10	10 : Seluruh jawaban benar (memasangkan data dengan tepat, membuat diagram pencar dan menentukan garis regresi

	variabel yang terlibat (variabel bebas dan terikat),kemudian siswa diminta untuk memasukan data tersebut kedalam diagram pencar.	 Pola hubungan : pola linear positif. Titik-titik tersebar mendekati garis lurus yang naik ke atas.	dengan benar sesuai data,menjelaskan pola hubungan dengan tepat). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam memasang data maupun memasukkan data kedalam diagram pencar, menjelaskan pola hubungan namun ada sedikit kesalahan). 4 : Sebagian jawaban benar tetapi diagram dan pola hubungan salah.
--	---	--	---

				1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
2b.	(Analisis) Siswa diberikan data dalam bentuk tabel atau diagram pencar. Siswa diminta menganalisis pola hubungan yang terjadi, apakah menunjukkan kecenderungan meningkat, menurun, atau tidak memiliki hubungan yang jelas.	• Hubungan cenderung linear positif • Alasan : karena rasio kenaikan laju reaksi relatif konsisten terhadap kenaikan konsentrasi. • Walaupun kenaikan tidak selalu sama, pola masih mendekati garis lurus.	5	5 : Seluruh jawaban benar (menjawab pola hubungan serta memberikan alasan yang tepat). 3 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian alasan.

				1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab																								
2c.	(analisis lanjut) Siswa diminta untuk menganalisis data kemudian memasukkanya kedalam tabel bantu ,kemudian menghitung total keseluruhan datanya.	Tabel bantu x, y, x^2, xy <table> <tr> <td>x</td> <td>y</td> <td>x^2</td> <td>xy</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>5</td> <td>9</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>7</td> <td>16</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>10</td> <td>25</td> <td>50</td> </tr> </table>	x	y	x^2	xy	1	2	1	2	2	4	2	8	3	5	9	15	4	7	16	28	5	10	25	50	15	15 :Seluruh jawaban benar(tabel bantu x, y, x^2, xy terisi lengkap dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ benar. 12 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan sel baris dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$.
x	y	x^2	xy																									
1	2	1	2																									
2	4	2	8																									
3	5	9	15																									
4	7	16	28																									
5	10	25	50																									

		$\sum x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15,$ $\sum y = 2 + 4 + 5 + 7 + 10 = 28,$ $\sum x^2 = 1 + 2 + 9 + 16 + 25 = 55,$ $\sum xy = 2 + 8 + 15 + 28 + 50 = 103$ $n = 5$		8 : Sebagian jawaban benar namun tidak menghitung total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab
2d.	(Inferensi) Siswa diminta menyimpulkan bagaimana hubungan kedua variabel tersebut dan memperkirakan apa yang akan	Regresi linear Diketahui : $\sum x = 15, \sum y = 28, \sum x^2 = 55, \sum xy = 103, n = 5$ Ditanya : Hitunglah koefisien a dan b kemudian tentukan persamaan regresinya?	10	10 : Seluruh jawaban benar (menyelesaikan perhitungan persamaan regresi dengan urut dan dengan rumus yang tepat dan benar).

	terjadi jika waktu penggunaan ditambah.	Jawab: $b = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$ $b = \frac{5(103) - (15)(28)}{5(55) - (225)^2}$ $= \frac{515 - 420}{275 - 225}$ $= \frac{95}{50} = 1,9$ $a = \frac{28 - 1,9(15)}{5}$ $= 28 - 28,55$		7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan persamaan regresinya. 4 : Menuliskan rumus dengan benar tetapi tidak mampu menyelesaikan perhitungan hingga membentuk persamaan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
--	---	--	--	--

		$= -0,55 = -0,1$ <i>Persamaan regresi:</i> $\hat{y} = a + bx$ $\hat{y} = -0,1 + 1,9x$ Berdasarkan persamaan regresi $\hat{y} = -0,1 + 1,9x$, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan, maka laju reaksi semakin meningkat. Hubungan antara konsentrasi dan laju reaksi bersifat positif karena nilai koefisien regresi (b) bernilai positif.		
2e.	(Evaluasi)	Interpolasi ($x = 3,5$) $\hat{y} = -0,1 + 1,9(3,5) = -0,1 + 6,65 = 6,55$	15	15: Seluruh jawaban benar (perhitungan yang runtut)

	Siswa diberikan hasil prediksi menggunakan model (misalnya melalui ekstrapolasi). Siswa menjelaskan hasil dari interpolasi dan ekstrapolasi sesuai konteks data.	• Ekstrapolasi ($x = 6$) $\hat{y} = -0,1 + 1,9(6) = -0,1 + 11,4 = 11,3$ • Perbedaan: Interpolasi adalah prediksi didalam rentang data (<i>antara</i> 1 – 5), sehingga tingkat akurasi nya lebih tinggi. Jadi, jika data tinggi konsentrasi larutan adalah 3,5 maka laju reaksinya <i>sebesar</i> 6,55. Ekstrapolasi adalah prediksi di luar rentang data, yang risikonya lebih tinggi karena tren mungkin berubah. Jadi, jika prediksi tinggi konsentrasi larutan adalah 6 maka laju reaksi meningkat sebesar 11,3.	dan tepat sesuai rumus persamaan regresi serta menjelaskan perbedaan teoritis antara interpolasi dan ekstrapolasi). 12: Jawaban benar namun namun penjelasan perbedaan teoritis kurang lengkap. 8 : Hanya menghitung salah satu nilai atau hanya memberikan penjelasan tanpa hitungan.
--	---	---	--

				1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: tidak menjawab
2f.	(Eksplanasi dan Regulasi Diri) Siswa diminta menjelaskan alasan mengapa mereka menyimpulkan adanya hubungan tertentu, serta bagaimana data mendukung kesimpulan tersebut. Siswa diminta mengevaluasi apakah hasil tersebut masuk akal atau tidak, kemudian	Untuk hasil dari ekstrapolasi $x = 6$, <i>adalah</i> 11,3 . Model ini cukup tepat karena dari data sebelumnya menunjukkan bahwasanya terjadi peningkatan laju reaksi pada larutan, semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin meningkat pula reaksinya. Namun hasil ekstrapolasi $x=6$ kemungkinan tidak dapat dipercaya dikarenakan bisa jadi terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi laju reaksi pada larutan.	10	10: Seluruh jawaban benar (memberikan penjelasan mengenai hasil prediksi dengan tepat, memberikan alasan yang benar dan memberikan kemungkinan kesalahan). 7: Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan

	mengidentifikasi apakah terdapat kesalahan dan memperbaikinya jika diperlukan. Self Regulation: Memeriksa kembali seluruh proses penyelesaian dan melakukan perbaikan apabila terdapat kesalahan. Terlihat adanya evaluasi terhadap langkah penyelesaian sehingga jawaban menjadi benar.	Kemungkinan Kesalahan: Adanya kesalahan pengukuran saat eksperimen , faktor lain kemungkinan terdapat pada suhu atau jenis zat nya.		dalam pemberian alasan pada prediksi . 4 : Sebagian jawaban benar namun tidak menjelaskan sampai akhir. 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : tidak menjawab
TOTAL SKOR MAKSIMAL			65	

Satuan Pendidikan : SMA Negeri 1 Puncu

Mata Pelajaran : Matematika

Kelas / Semester : XI /Genap

Alokasi Waktu : 90 menit

Jumlah Soal : 2

Bentuk Soal : Uraian (Soal Posttest)

Materi : Regresi Linear (Metode kuadrat terkecil ,Interpolasi dan Ekstrapolasi)

No	CP	TP	Indikator Soal	Level Kognitif	Bentuk Soal	Nomor soal	Skor Maks
1	Di akhir fase F, peserta didik dapat melakukan	1. Peserta didik mampu menentukan garis	Peserta didik diberikan data (x, y) yaitu suhu lingkungan $(x \text{ dalam } ^\circ C)$ dan laju	C4 (Menganalisis)	Uraian	1	65

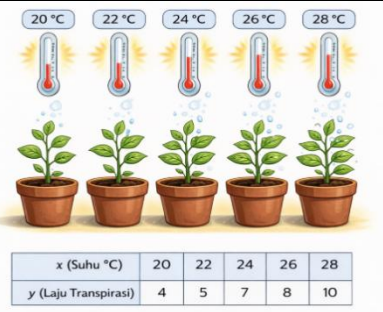
	proses penyelidikan statistika untuk data bivariat. Mereka dapat mengidentifikasi dan menjelaskan asosiasi antara dua variabel kategorikal dan antara dua variabel numerikal. Mereka dapat memperkirakan	regresi pada diagram pencar, mengidentifikasi hubungan dua variabel (x dan y) dari tabel data ,serta menentukan arah hubungan (positif atau negatif), serta menyajikan pasangan data dengan tepat.	transpirasi tanaman (y). Siswa menggambarkan diagram pencar dan menentukan garis regresi dari data tersebut kemudian membuat tabel bantu x, y, x^2, xy, menghitung Σ, menentukan b dan a, menuliskan $\hat{y} = a + bx$, mnjelaskan arti a dan b pada laju fotosintesis saat $x = 30^{\circ}\text{C}$. Dan mengevaluasi apakah ada kesalahan dari analisis, lalu siswa memberikan asumsi jika prediksi salah.				
		2. Peserta didik dapat menghitung					

	model linear terbaik (best fit) pada data numerikal. Mereka dapat membedakan hubungan asosiasi dan sebab-akibat.	nilai koefisien regresi a dan b menggunakan metode kuadrat terkecil serta menyusun persamaan regresi linear $\hat{y} = a + bx$ berdasarkan data yang diberikan,serta menentukan nilai taksiran pada titik					
--	---	---	--	--	--	--	--

		tertentu dengan tepat dan benar.					
2		3. Peserta didik mampu menerapkan interpolasi dan ekstrapolasi data berdasarkan suatu persamaan garis regresi linear, menggunakan metode kuadrat terkecil untuk menyelesaikan masalah kontekstual serta menafsirkan hasil	Peserta didik diberikan data (x, y) lama penggunaan ponsel (jam) dan presentase baterai (%). Siswa mengambarkan diagram pencar dan menentukan garis regresi dari data yang diberikan kemudian membuat tabel bantu x, y, x^2, xy , menghitung $\sum$, menentukan b dan a, menuliskan $\hat{y} = a +$ bx , menjelaskan arti a dan b	C4 (Menganalisis)	Uraian	2	65

		prediksi atau taksiran dengan tepat dan benar.	pada laju reaksi, memprediksi reaksi saat $x = 5,7$ dan $x = 9$, kemudian mengevaluasi apakah ada kesalahan berdasarkan prediksi, lalu siswa memberikan asumsi jika prediksi salah.				
--	--	--	--	--	--	--	--

KUNCI JAWABAN DAN RUBRIK PENSKORAN SOAL POSTTEST



1.

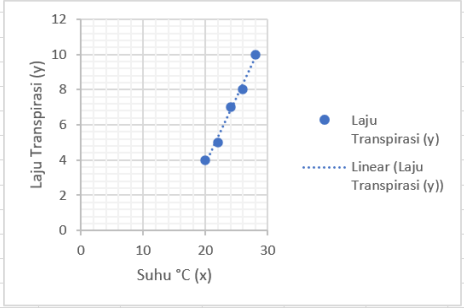
Melody melakukan percobaan di laboratorium untuk mempelajari pengaruh suhu lingkungan terhadap laju transpirasi pada tanaman. Percobaan dilakukan dengan mengamati tanaman yang sama pada berbagai kondisi suhu yang berbeda, sementara faktor lain seperti intensitas cahaya dan kelembapan dijaga tetap. Dari hasil pengamatan, Melody mencatat hubungan antara suhu lingkungan (x dalam $^{\circ}\text{C}$) dan laju transpirasi tanaman (y dalam satuan tertentu) dalam tabel pada gambar diatas.

Pertanyaan:

- Sajikan pasangan data (x, y) dengan tepat , kemudian gambarkan diagram pencar dan tentukan garis regresi dari data tersebut kemudian jelaskan pola hubungannya.
- Tentukan arah hubungan antara variabel x dan y (positif/negatif). Dan jelaskan alasanmu berdasarkan pola data.
- Buatlah tabel bantu x , y , x^2 , xy , kemudian hitunglah : $\sum x$, $\sum y$, $\sum x^2$, $\sum xy$

- d. Tentukan nilai koefisien regresi dengan metode kuadrat terkecil, lalu susun persamaan regresi ; $\hat{y} = a + bx$
- e. Jelaskan makna koefisien a dan b dalam konteks laju transpirasi tanaman.
- f. Gunakan persamaan regresi untuk memprediksi laju transpirasi saat suhu 30°C. Kemudian berikan pendapatmu mengenai hasil prediksi yang diperoleh, apakah masuk akal jika dibandingkan dengan data sebelumnya, lalu apakah model regresi ini sudah tepat dan sebutkan kemungkinan kesalahan dalam analisismu.

No	Indikator Soal	Kunci Jawaban	Skor Maksimal	Kriteria
1a.	(Interpretasi) Siswa diberikan permasalahan mengenai pengaruh suhu lingkungan terhadap laju transpirasi pada tanaman . Siswa diminta mengidentifikasi variabel	Pasangan data: (20,4), (22,5), (24,7), (26,8), (28,10) Diagram pencar:	10	10 : Seluruh jawaban benar (memasangkan data dengan tepat, membuat diagram pencar dan menentukan garis regresi dengan benar sesuai

	yang terlibat (variabel bebas dan terikat),kemudian siswa diminta untuk memasukan data tersebut kedalam diagram pencar.	 titik-titik akan membentuk garis lurus yang naik ke kanan. Pola ini menunjukkan adanya korelasi positif yang sangat kuat (linear).	data,menjelaskan pola hubungan dengan tepat). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam memasangkan data maupun memasukkan data kedalam diagram pencar, menjelaskan pola hubungan namun ada sedikit kesalahan). 4 : Sebagian jawaban benar tetapi diagram dan pola hubungan salah.
--	--	--	--

				1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
1b.	(Analisis) Siswa diberikan data dalam bentuk tabel atau diagram pencar. Siswa diminta menganalisis pola hubungan yang terjadi, apakah menunjukkan kecenderungan meningkat, menurun, atau tidak memiliki hubungan yang jelas.	Hubungan: positif Alasan : berdasarkan data, setiap kenaikan suhu (x) diikuti oleh kenaikan laju transpirasi y. Secara biologis, suhu tinggi meningkatkan penguapan air dari jaringan tanaman.	5	5 : Seluruh jawaban benar (menjawab pola hubungan serta memberikan alasan yang tepat). 3 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian alasan.

				1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab																								
1c.	(Analisis Lanjut) Siswa diminta untuk menganalisis data kemudian memasukkanya kedalam tabel bantu ,kemudian menghitung total keseluruhan datanya.	Tabel bantu x, y, x^2, xy <table> <tr> <td>x</td> <td>y</td> <td>x^2</td> <td>xy</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>4</td> <td>400</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>5</td> <td>408</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>24</td> <td>7</td> <td>576</td> <td>168</td> </tr> <tr> <td>26</td> <td>8</td> <td>676</td> <td>208</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>10</td> <td>784</td> <td>280</td> </tr> </table>	x	y	x^2	xy	20	4	400	80	22	5	408	110	24	7	576	168	26	8	676	208	28	10	784	280	15	15 :Seluruh jawaban benar(tabel bantu x, y, x^2, xy terisi lengkap dan perhitungan total $\Sigma x, \Sigma y, \Sigma x^2, \Sigma xy$ benar. 12 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan sel baris dan
x	y	x^2	xy																									
20	4	400	80																									
22	5	408	110																									
24	7	576	168																									
26	8	676	208																									
28	10	784	280																									

		$\sum x = 20 + 22 + 24 + 26 + 28 = 120$ $\sum y = 4 + 5 + 7 + 8 + 10 = 34$ $\sum x^2 = 400 + 408 + 576 + 676 + 784 = 2920$ $\sum xy = 80 + 110 + 168 + 208 + 280 = 846$		perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy.$ 8 : Sebagian jawaban benar namun tidak menghitung total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab
1d.	(Inferensi) Siswa diminta menyimpulkan bagaimana hubungan kedua	Regresi linear Diketahui: $\sum x = 120, \sum y = 34, \sum x^2 = 2.920, \sum xy = 846$	15	10 : Seluruh jawaban benar (menyelesaikan perhitungan persamaan regresi denganurut dan

	variabel tersebut dan memperkirakan apa yang akan terjadi jika waktu penggunaan ditambah.	$n = 5$ Ditanya : Hitunglah koefisien a dan b kemudian tentukan persamaan regresinya? Jawab: $b = \frac{n \sum x - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$ $b = \frac{5(846) - (120)(34)}{5(2920) - (120)^2}$ $= \frac{4230 - 4080}{14600 - 14400} = \frac{150}{200} = 0,75$ $a = \frac{34 - (0,75)(120)}{5} = \frac{3490}{5} = -\frac{56}{5}$ $= -11,2$	dengan rumus yang tepat dan benar). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan persamaan regresinya. 4 :Menuliskan rumus dengan benar tetapi tidak mampu menyelesaikan perhitungan hingga membentuk persamaan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah.
--	--	--	---

		Persamaan regresi $\hat{y} = a + bx$ $\hat{y} = -11,2 + 0,75 x$ Berdasarkan persamaan regresi $y = -11,2 + 0,75x$, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu lingkungan, maka laju transpirasi tanaman cenderung meningkat, karena koefisien regresi bernilai positif. Hal ini menunjukkan bahwa suhu berperan dalam meningkatkan proses transpirasi pada tanaman.		0 : Tidak menjawab
1e.	(Eksplanasi) Siswa diminta menjelaskan alasan mengapa mereka	$a = -11,2$: secara biologis nilai negatif ini tidak realistis (laju tidak mungkin negatif),	10	10 : Semua jawaban benar (menjelaskan alasan adanya hubungan serta menggunakan data

	menyimpulkan adanya hubungan tertentu, serta bagaimana data mendukung kesimpulan tersebut.	menandakan model hanya valid pada rentang suhu tertentu. • $b = 0,75$: setiap kenaikan suhu 1°C meningkatkan laju transpirasi naik sebesar 0,75.	untuk mendukung kesimpulannya). 8 :Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam memberikan alasan dan data sebagai pendukungnya. 5 : Sebagian jawaban benar namun hanya menjelaskan salah satu koefisien saja. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah.
--	---	---	--

				0: Tidak menjawab
1f.	(Evaluasi dan Regulasi Diri) Siswa diberikan hasil prediksi menggunakan model (misalnya melalui ekstrapolasi). Siswa diminta mengevaluasi apakah hasil tersebut masuk akal atau tidak, serta menjelaskan kemungkinan kesalahan atau keterbatasan model. Self Regulation :	Prediksi: Prediksi: Diketahui : $\hat{y} = -11,2 + 0,75 x$ Ditanya : Berapa prediksi persamaan regresi jika $x = 30$? $\hat{y} = -11,2 + 0,75(30) = -11,2 + 22,5 = 11,3$ Jadi, jika suhu sebesar 30 °C, maka laju transpirasi tanaman diperkirakan sebesar 16,3 Evaluasi:	10	10 : Seluruh jawaban benar (perhitunagn prediksi y untuk x=30 akurat dan memberikan evaluasi dengan jelas. 8 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian evaluasinya. 5 : Sebagian jawaban benar namun tidak memberikan evaluasi .

	Memeriksa kembali seluruh proses penyelesaian dan melakukan perbaikan apabila terdapat kesalahan. Terlihat adanya evaluasi terhadap langkah penyelesaian sehingga jawaban menjadi benar.	Model ini cukup tepat karena dari data sebelumnya menunjukkan pola peningkatan pada laju transpirasi tanaman, sehingga saat suhunya sebesar $x = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ maka nilai tranpirasinya juga diperkirakan meningkat sebesar 11,3. Namun, untuk $x = 30$ adalah prediksi diluar data maka kemungkinan akan terjadi kesalahan. Kesalahan : Adanya faktor luar (suhu, kadar CO₂) yang tidak diperhitungkan Pada suhu yang tinggi, tanaman mungkin menutup stomata untuk membatasi transpirasi agar tidak mati, sehingga hubungan tidak lagi linear .		1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
--	---	---	--	---

TOTAL SKOR MAKSIMAL

65



x (jam)	1	2	3	4	5
y (%)	12	22	33	43	55

2.

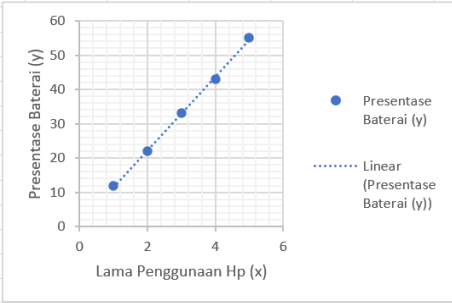
Deni memperhatikan bahwa baterai ponselnya cepat habis setiap hari. Ia ingin mengetahui apakah ada hubungan antara lama penggunaan ponsel dengan persentase baterai yang digunakan. Selama beberapa hari, Deni mencatat lama penggunaan ponsel dalam sehari (x dalam jam) dan persentase baterai yang terpakai (y dalam %). Hasil pengamatan deni selama beberapa hari di kelompokkan dalam tabel yang ada pada gambar di atas.

Pertanyaan:

- Sajikan pasangan data (x, y) dengan tepat, kemudian gambarkan diagram pencar dan tentukan garis regresi dari data tersebut dan jelaskan pola hubungan yang terbentuk.
- Tentukan apakah hubungan kedua variabel bersifat linear. Dan jelaskan alasanmu berdasarkan data.

- c. Buat tabel bantu x, y, x^2, xy , kemudian hitung: $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$
- d. Tentukan persamaan regresi linear : $\hat{y} = a + bx$
- e. Tentukan nilai taksiran saat:
- $x = 4,7 \rightarrow \text{interpolasi}$
 - $x = 9 \rightarrow \text{ekstrapolasi}$
 - Jelaskan perbedaan interpolasi dan ekstrapolasi berdasarkan lama penggunaan ponsel dengan presentase baterai.
- f. Perhatikan hasil ekstrapolasi pada poin (e). Menurutmu, apakah hasil prediksi tersebut masuk akal jika dibandingkan dengan data sebelumnya? Jelaskan alasanmu. Apakah hasil ekstrapolasi dapat dipercaya sepenuhnya? Sebutkan kemungkinan kesalahan yang terjadi.

No	Indikator	Kunci Jawaban	Skor Maksimal	Kriteria
2a.	(Interprestasi)	pasangan data (x, y) :	10	10 : Seluruh jawaban benar (memasangkan data

	Siswa diberikan permasalahan mengenai lama penggunaan ponsel terhadap presentase baterai yang cepat menurun. Siswa diminta mengidentifikasi variabel yang terlibat (variabel bebas dan terikat),kemudian siswa diminta untuk memasukan data tersebut kedalam diagram pencar.	(1,12), (2,22), (3,33), (4,43), (5,55) Diagram Pencar :  Pola: titik-titik membentuk garis lurus yang menaik atau menunjukkan hubungan linear positif.	dengan tepat, membuat diagram pencar dan menentukan garis regresi dengan benar sesuai data, menjelaskan pola hubungan dengan tepat). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam memasangkan data maupun memasukkan data kedalam diagram pencar, menjelaskan pola hubungan namun ada sedikit kesalahan).
--	--	---	---

				4 : Sebagian jawaban benar tetapi diagram dan pola hubungan salah. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
2b.	(Analisis) Siswa diberikan data dalam bentuk tabel atau diagram pencar. Siswa diminta menganalisis pola hubungan yang terjadi, apakah menunjukkan kecenderungan	• Hubungan cenderung linear positif (karena ketika pemakaian ponsel semakin lama maka presentase baterai yang di gunakan semakin meningkan (akan cepat habis)).	5	5 : Seluruh jawaban benar (menjawab pola hubungan serta memberikan alasan yang tepat).

	meningkat, menurun, atau tidak memiliki hubungan yang jelas.			3 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian alasan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab																
2c.	(analisis lanjut) Siswa diminta untuk menganalisis data kemudian memasukkannya kedalam tabel bantu ,kemudian menghitung total keseluruhan datanya.	Tabel bantu x, y, x^2, xy <table><tr><td>x</td><td>y</td><td>x^2</td><td>xy</td></tr><tr><td>1</td><td>12</td><td>1</td><td>12</td></tr><tr><td>2</td><td>22</td><td>4</td><td>44</td></tr><tr><td>3</td><td>33</td><td>9</td><td>99</td></tr></table>	x	y	x^2	xy	1	12	1	12	2	22	4	44	3	33	9	99	15	15 :Seluruh jawaban benar(tabel bantu x, y, x^2, xy terisi lengkap dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ benar. 12 : Jawaban benar namun ada sedikit
x	y	x^2	xy																	
1	12	1	12																	
2	22	4	44																	
3	33	9	99																	

		<table><tr><td>4</td><td>43</td><td>16</td><td>172</td></tr><tr><td>5</td><td>55</td><td>25</td><td>275</td></tr></table> $\sum x = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15,$ $\sum y = 12 + 22 + 33 + 43 + 55 = 165,$ $\sum x^2 = 1 + 4 + 9 + 16 + 25 = 55,$ $\sum xy = 12 + 44 + 99 + 172 + 275 = 602$ $n = 5$	4	43	16	172	5	55	25	275		kesalahan dalam perhitungan sel baris dan perhitungan total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$. 8 : Sebagian jawaban benar namun tidak menghitung total $\sum x, \sum y, \sum x^2, \sum xy$ 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: Tidak menjawab
4	43	16	172									
5	55	25	275									

2d.	(Inferensi) Siswa diminta menyimpulkan bagaimana hubungan kedua variabel tersebut dan memperkirakan apa yang akan terjadi jika waktu penggunaan ditambah.	Regresi linear Diketahui : $\sum x = 15, \sum y = 165, \sum x^2 = 55, \sum xy = 602$ $n = 5$ Ditanya : : Hitunglah koefisien a dan b kemudian tentukan persamaan regresinya? Jawab: $b = \frac{n \sum x - (\sum x)(\sum y)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$ $b = \frac{5(846) - (15)(165)}{5(55) - 225}$ $= \frac{3010 - 2475}{275 - 225} = \frac{535}{50} = 10,7$	10	10 : Seluruh jawaban benar (menyelesaikan perhitungan persamaan regresi denganurut dan dengan rumus yang tepat dan benar). 7 : Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam perhitungan persamaan regresinya. 4 :Menuliskan rumus dengan benar tetapi tidak mampu menyelesaikan
-----	--	--	----	--

		$a = \frac{165 - (10,7)(15)}{5} = \frac{165 - 160,5}{5} = -\frac{4,5}{5}$ $= 0,9$ Persamaan Regresi $\hat{y} = a + bx$ $\hat{y} = 0,9 + 10,7x$ Berdasarkan persamaan regresi $\hat{y} = 0,9 + 10,7x$, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan positif antara variabel x dan y, di mana setiap kenaikan 1 satuan x akan meningkatkan y sebesar 10,7.		perhitungan hingga membentuk persamaan. 1 : Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : Tidak menjawab
2e.	(Evaluasi)	• <i>Interpolasi</i> ($x = 4,7$) $\hat{y} = 0,9 + 10,7(4,7) = 0,9 + 50,29 = 51,19$	15	15: Seluruh jawaban benar (perhitungan yang

	Siswa diberikan hasil prediksi menggunakan model (misalnya melalui ekstrapolasi). Siswa menjelaskan hasil dari interpolasi dan ekstrapolasi sesuai konteks data.	• <i>Ekstrapolasi</i> ($x = 9$) $\hat{y} = 0,9 + 10,79 = 0,9 + 60,99 = 97,2$ Perbedaan: Interpolasi adalah prediksi didalam rentang data (antara 1 – 5), sehingga tingkat akurasi lebih tinggi. Jadi, jika waktu pemakaian ponsel menjadi 4,7 maka presentase baterai sebesar 51,19. Ekstrapolasi adalah prediksi di luar rentang data, yang risikonya lebih tinggi karena tren mungkin berubah. Jadi, jika prediksi waktu pemakaian ponsel 9 jam maka presentase baterai juga meningkat sebesar 97,2 %.		runtut dan tepat sesuai rumus persamaan regresi serta menjelaskan perbedaan teoritis antara interpolasi dan ekstrapolasi). 12: Jawaban benar namun namun penjelasan perbedaan teoritis kurang lengkap. 8 : Hanya menghitung salah satu nilai atau hanya memberikan
--	---	--	--	--

				penjelasan tanpa hitungan. 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0: tidak menjawab
2f.	(Eksplanasi dan Regulasi Diri) Siswa diminta menjelaskan alasan mengapa mereka menyimpulkan adanya hubungan tertentu, serta bagaimana data mendukung kesimpulan tersebut. Siswa	Untuk hasil dari <i>ekstrapolasi</i> $x = 9$, adalah 97,2%. Model ini cukup tepat karena dari data sebelumnya menunjukkan bahwasanya terjadi peningkatan presentase penggunaan baterai, semakin lama ponsel digunakan maka semakin besar baterai yang terpakai. Namun hasil ekstrapolasi $x = 9$ kemungkinan tidak dapat	10	10: Seluruh jawaban benar (memberikan penjelasan mengenai hasil prediksi dengan tepat, memberikan alasan yang benar dan memberikan kemungkinan kesalahan).

	diminta mengevaluasi apakah hasil tersebut masuk akal atau tidak, kemudian mengidentifikasi apakah terdapat kesalahan dan memperbaikinya jika diperlukan. Self Regulation : Memeriksa kembali seluruh proses penyelesaian dan melakukan perbaikan apabila terdapat kesalahan. Terlihat adanya evaluasi terhadap langkah penyelesaian	dipercaya dikarenakan bisa jadi terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi penggunaan baterai. Kemungkinan Kesalahan: Penggunaan ponsel tidak selalu konstan (menonton video vs stand-by). Perbedaan jaringan internet maupun kecerahan layar juga bisa mempengaruhi presentase baterai.		7: Jawaban benar namun ada sedikit kesalahan dalam pemberian alasan pada prediksi . 4 : Sebagian jawaban benar namun tidak menjelaskan sampai akhir. 1: Ada usaha menjawab tetapi semua jawaban salah. 0 : tidak menjawab
--	---	---	--	---

	sehingga jawaban menjadi benar.			
TOTAL SKOR MAKSIMAL			65	

Rumus Perhitungan Skor

Total nilai keseluruhan = 130

Nilai akhir dihitung dengan menjumlahkan seluruh skor yang diperoleh siswa, kemudian dikonversi ke skala 100.

$$nilai\ akhir = \left(\frac{skor\ yang\ diperoleh}{skor\ maksimum\ (130)} \right) \times 100 =$$

F. Teknik Analisis Data

Setelah data diperoleh dari responden maupun sumber lainnya, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis data (Sugiyono, 2011). Analisis data tersebut dilakukan sebagai upaya untuk menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Teknik analisis data dalam penelitian ini digunakan untuk menguji efektivitas model pembelajaran *Project-Based Learning* berbasis STEAM berbantuan *GeoGebra* terhadap kemampuan (Febriansari, Devie, Sarwanto Sarwanto, & Yamtinah, 2022) berpikir kritis matematis siswa. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap berikut:

a. Uji Prasyarat

- 1) Uji Normalitas menggunakan uji Kolmogorov–Smirnov atau Shapiro–Wilk untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal. Data dinyatakan normal apabila nilai signifikansi (*Sig.*) $> 0,05$.
- 2) Uji Homogenitas menggunakan Levene' sTest untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok. Data dikatakan homogen apabila nilai signifikansi (*Sig.*) $> 0,05$.

b. Uji Hipotesis

- 1) Uji Mann-Whitney U

Pengujian ini bertujuan untuk menguji kebenaran hipotesis yang telah diajukan. Dalam proses pengujian hipotesis, apabila data berdistribusi normal maka analisis dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test*. Namun, jika data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji nonparametrik yaitu *Mann-Whitney U*

test. Adapun rumusan hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_a : Terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Berikut dasar pengambilan keputusan yang dirujuk dari Anwar, 2019, Dasar pengambilan keputusan, yaitu:

Jika nilai signifikansi ($\alpha > 0,05$) maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika nilai signifikansi ($\alpha < 0,05$) maka H_0 ditolak dan H_a diterima (Anwar, 2009).

- 2) *N-Gain* Uji ini digunakan untuk mengetahui efektivitas atau besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa setelah penerapan model pembelajaran

Berikut Rumus *N-Gain*:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimum - Skor\ Pretest}$$

Keterangan :

N-Gain : Besarnya faktor gain 06/07/2026

Skor posttest : Nilai hasil akhir

Skor *pretest* : Nilai hasil awal

Skor maksimal : Nilai maksimal tes

Tabel 3. 3 Kategori *N-Gain*

<i>Skala N-Gain</i>	<i>Kategori</i>
$N-Gain \geq 0,70$	Kategori Tinggi
$0,30 \leq N-Gain < 0,70$	Kategori Sedang/Cukup
$N - Gain \leq 0,30$	Kategori Rendah /Kurang

(Sumber : Harianja et al,2024)

G. Teknik Keabsahan Data

1) Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk memastikan bahwa setiap instrumen dalam penelitian benar-benar mampu mengukur konstruk yang dimaksud. Dalam penelitian ini validitas isi dilakukan untuk memastikan bahwa butir-butir soal yang disusun telah sesuai dengan indikator kemampuan berpikir kritis berdasarkan teori yang mendasarinya. Validitas isi diperoleh melalui penilaian ahli (*expert judgment*) oleh dua dosen ahli pendidikan matematika yang memiliki kompetensi di bidang evaluasi pembelajaran dan metodologi penelitian pendidikan. Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen perlu melalui proses validasi untuk memastikan setiap butir soal atau pernyataan telah sesuai dengan indikator yang diukur. Tahap validasi tersebut bertujuan agar instrumen memiliki kelayakan isi (content validity) sehingga mampu mengukur konstruk penelitian secara tepat (Wulan, Kurniawati, Diantik, & Maula, 2021). Kriteria pemilihan validator meliputi pengalaman mengajar lebih dari lima tahun, memiliki publikasi ilmiah di bidang pendidikan matematika, dan

memiliki pemahaman mendalam terkait berpikir kritis, dan asesmen pembelajaran matematika.

Validator memberikan penilaian terhadap tiga aspek, yaitu (1) kesesuaian isi butir dengan indikator, (2) kejelasan redaksi, dan (3) keterbacaan. Analisis hasil penilaian dilakukan menggunakan koefisien *Aiken's V*, dengan rumus berikut (Retnawati, 2016):

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan:

V : Indeks Validitas

s : Skor setiap reter dikurangi skor terendah setiap kategori

$$(s = r - I_0)$$

n : Banyak Validator

c : Banyaknya Kategori penilaian

Nilai *Aiken's V* berada antara 0 – 1. Butir dinyatakan valid secara isi apabila $V \geq 0,80$. Masukan dari validator digunakan untuk memperbaiki redaksi dan kesesuaian indikator sebelum dilakukan uji coba lapangan.

Tabel 3. 4 Kategori Kevalidan

Skala <i>Aiken's V</i>	Kategori
$0,80 < V$	Kategori Valid
$0,40 < V \leq 0,80$	Kategori Sedang
$V \leq 0,40$	Kategori Kurang