

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metode Dan Bentuk Penelitian**

##### **1. Metode Penelitian**

Metode penelitian pendidikan dapat di artikan sebagai ilmiah untuk mendapatkan sebuah data yang valid atau akurat dengan tujuan untuk dapat ditemukan, dikembangkan, dan dibuktikan, serta pengetahuan tertentu sehingga gilirannya dapat bisa digunakan untuk bisa dapat memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah dalam bidang pendidikan (Sugiyono, 2017: 6). Menurut Trijono, (2015: 15) menyatakan bahwa metode penelitian adalah suatu kegiatan ilmiah untuk memperoleh pengetahuan yang benar tentang suatu masalah.

Dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen bisa diartikan dalam bentuk metode penelitian yang dapat digunakan untuk mencari dimana pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2017: 107). Kenapa dipilihnya metode eksperimen dalam penelitian ini agar kita bisa lihat model *problem based learning* terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa ditinjau dari kemandirian belajar siswa pada materi himpunan di kelas VII SMP Negeri 01 Tayan Hulu.

##### **2. Bentuk Penelitian**

Agar penggunaan metode ini dalam memecahkan masalah yang dihadapi dapat mencapai hasil guna yang tinggi, akan diketengahkan beberapa bentuknya Nawawi (2007: 68). Menurut Sugiyono (2019: 108) ada 4 macam bentuk metode eksperimen antara lain:

- a. *Pre-Experimental Designs*
- b. *True Experimental Designs*
- c. *Factorial Designs*
- d. *Quasy Experimental Designs*

Bentuk penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*Quasy Experimental Designs*), dimana terdiri dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dengan menerapkan model *problem based learning* dan kelompok kontrol dengan menggunakan pembelajaran konvensional. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan hasil dari kemampuan pemahaman komunikasi matematis dari kedua kelompok tersebut.

### 3. Rencana Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *design factorial* yaitu dengan memperlihatkan kemungkinan adanya variabel moderator yang mempengaruhi variabel brbas terhadap variabel terikat Sugiyono (2019: 114). Adapun rancangan *Design Faktorial 2×3*.

**Tabel 3.1**  
**Rancangan Penelitian**

Model Pembelajaran	Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa Dengan Kemandirian Belajar (b)			
	Tinggi ( $b_1$ )	Sedang ( $b_2$ )	Rendah( $b_3$ )	Total
<i>Problem Based Learning</i> (a)	$ab_1$	$ab_2$	$ab_3$	<b>Ab</b>
Konvensional	$ab_1$	$ab_2$	$ab_3$	<b>AB</b>

Keterangan:

$ab_1$  = Kemampuan Komunikasi Matematis dengan kemandirian belajar tinggi

$ab_2$  = Kemampuan komunikasi Matematis dengan kemandirian belajar sedang

$ab_3$  = Kemampuan komunikasi Matematis dengan kemandirian belajar rendah

ab = Kemampuan komunikasi Matematis dengan kemandirian belajar tinggi, sedang, dan rendah setelah diterapkan model pembelajaran *problem based learning*

## **B. Populasi dan Sampel Penelitian**

### **1. Populasi Penelitian**

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya Sugiyono (Dwiningrat dkk, 2014: 6). Selanjutnya menurut Trijono (2015: 34) populasi adalah keseluruhan unit yang menjadi objek kegiatan statistik baik berupa instansi pemerintah, lembaga, organisasi, orang, benda maupun subjek yang dipelajari, tetapi meliputi seluruh karakteristik atau sifat yang dimiliki oleh objek atau subjek itu. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII A dan siswa kelas VII B.

### **2. Sampel Penelitian**

Menurut Sugiyono (2019: 118) Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. Sedangkan menurut Trijono (2015: 31) sampel adalah sebagian dari unit populasi yang menjadi objek penelitian untuk memperkirakan karakteristik suatu populasi. Penentuan sampel dalam penelitian menggunakan Teknik *probability sampling* yaitu teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur (anggota) populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel (Sugiyono, 2017: 120). Jika populasi homogen maka peneliti dapat mengambil kelompok secara acak. Menurut Sugiyono (2017: 121) Teknik *cluster* yang digunakan untuk menentukan sampel bila obyek yang diteliti atau sumber data sangat luas. Maka dari itu sampel dalam penelitian ini adalah satu kelas yang dipilih secara *cluster random sampling*. Teknik *cluster random sampling* merupakan penarikan sampel dari populasi yang telah ditetapkan dengan cara memilih kelas secara acak. (Sugiyono, 2019: 121).

Pada pengambilan sampel tersebut menggunakan teknik *cluster random sampling* dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu terhadap populasi. Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah berasal dari

populasi yang homogeny. Dengan uji homogenitas yang digunakan adalah uji F dengan taraf 0,05 dengan menggunakan data hasil uji coba soal. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai statistic uji dari 2 kelas populasi (VII A dan VII B) yaitu  $x^2_{obs} = 1,096$  sedangkan pada  $x^2_{tabel}$  untuk tingkat signifikansi 0,05 adalah  $x^2_{0,05;2} = 5,990$ . Karena  $x^2_{obs} = 1,096 < x^2_{0,05;2} = 5,990$  maka  $H_o$  diterima. Hal ini dapat disimpulkan kedua kelas populasi homogeny dapat diambil dengan cara pengundian maka diperoleh kelas VII A pada siswa sesi 1 yang berjumlah 17 orang sebagai kelas eksperimen.

### C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan oleh peneliti. Adapun prosedur penelitian adalah:

1. Tahap Persiapan
  - a. Melakukan observasi dan wawancara di SMP Negeri 01 Tayan Hulu
  - b. Mengurus surat izin yang diperlukan, baik dari lembaga, dinas pendidikan, maupun dari sekolah yang bersangkutan.
  - c. Menyusun *Post test*
  - d. Menyiapkan perangkat pembelajaran dan instrument penelitian sesuai dengan model pembelajaran *problem based learning*.
  - e. Melakukan validasi isi perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), lembar kerja siswa (LKS) dengan model pembelajaran *Problem Based Learning*.
  - f. Melakukan validasi isi penelitian yang berupa perangkat pembelajaran dan instrument penelitian yang dibantu oleh validator
  - g. Merevisi hasil validator
  - h. Melakukan uji coba soal pada kelas VII A dan VII B SMP PGRI Tayan Hulu

## 2. Tahap Pelaksana

- a. Penentuan sampel penelitian
- b. Memberikan angket kemandirian belajar kepada kelas yang sebagai sampel penelitian yaitu pada kelas VII A dan VII B SMP Negeri 01 Tayan Hulu
- c. Memberikan perlakuan dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* pada kelas sampel penelitian
- d. Memberikan soal *post test* kemampuan komunikasi matematis setelah diberikan perlakuan.

## 3. Tahap Akhir

- a. Mendeskripsikan data hasil *post-test* kedalam bentuk tabel model faktorial  $2 \times 3$
- b. Mengolah dan menganalisis data dengan rumus statistic yang telah ditemukan.
- c. Menyimpulkan hasil pengolahan dan penganalisisan data sebagai jawaban rumusan masalah dalam penelitian ini.
- d. Tahap menyusun laporan penelitian

**Tabel 3.2**  
**Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

Hari/Tanggal	Waktu	Keterangan
Rabu, 10 Oktober 2022	08.00 – 09.30	Perlakuan kelas Eksperimen
Kamis, 11 Oktober 2022	08.00 – 09.00	Pemberian test
Jumat, 12 Oktober 2022	08.00 - 09.00	Pemberian Angket
Senin, 15 Oktober 2022	09.00 – 10.00	Perlakuan kelas Kontrol
Selasa, 16 Oktober 2022	08.00 – 09.00	Pemberian test
Rabu, 17 Oktober 2022	10.00 – 11.00	Pemberian Angket

## D. Teknik dan Alat Pengumpulan Data

### 1. Teknik Pengumpulan Data

Dalam setiap penelitian teknik dan alat pengumpulan data merupakan sesuatu yang sangat diperlu digunakan untuk data yang diperoleh relevan dengan masalah penelitian. Dengan memilih dan menyusun teknik dan maupun alat pengumpulan data perlu kecematan sangat mempengaruhi terhadap objektif/hasil penelitian yang dilakukan.

a. Teknik komunikasi tidak langsung

Komunikasi tak langsung akan digunakan untuk menentukan kemandirian belajar siswa dengan menggunakan kuesioner (angket) kemandirian belajar. Teknik ini adalah cara mengumpulkan data dilakukan dengan mengadakan hubungan tidak langsung atau dengan perantara alat, baik berupa alat yang sudah tersedia maupun alat khusus yang dibuat untuk keperluan itu (Nawawi, 2012: 99). Sedangkan Menurut Sugiyono (2017: 199) “kuesioner merupakan Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya”.

Maka yang dimaksud dari teknik komunikasi tak langsung dalam penelitian ini adalah pengumpulan data dengan menggunakan angket kemandirian belajar ini untuk mengetahui tingkat kemandirian belajar siswa.

b. Teknik Pengukuran

Menurut Nawawi (2012: 78) Teknik pengukuran adalah cara mengumpulkan data yang bersifat kuantitatif untuk mengetahui tingkat atau derajat aspek tertentu dibandingkan dengan aturan tertentu pola sebagai satuan alat ukur yang relevan. Teknik pengukuran adalah cara mengumpulkan data yang bersifat kuantitatif. Kegiatan yang dilakukan memberikan soal *post-test* berbentuk *essay*. Dalam penelitian ini pengukuran dilakukan pada hasil siswa dalam menyelesaikan soal-soal *post-test* yang dikerjakan dalam materi himpunan di kelas VII SMP Negeri 01 Tayan Hulu.

$$\text{Nilai} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{jumlah total skor}} \times 100$$

## 1. Alat Pengumpulan Data

a. Angket kemandirian belajar

Menurut Sugiyono (2014: 71 ) merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pertanyaan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Sedangkan menurut Zulfafrial (2012: 50) angket merupakan alat pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dengan teknik komunikasi tidak langsung dengan sumber data. Tujuan dari penggunaan angket ini adalah untuk menentukan kemandirian belajar siswa. Adapun kuesioner yang digunakan adalah kuesioner tertutup dikarenakan pertanyaan yang diberikan kepada responden sudah dalam bentuk pertanyaan yang sudah ada jawabannya.

**Tabel 3.3**  
**Skor Kategori Skala Likert**

Kategori	Pertanyaan Positif	Pertanyaan Negatif
Sangat Setuju	4	1
Setuju	3	2
Tidak Setuju	2	3
Sangat Tidak Setuju	1	4

Langkah-langkah menentukan kategori kemandirian belajar siswa adalah sebagai berikut:

1) Menghitung rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

2) Menghitung standar deviasi dengan rumus sebagai berikut:

$$Sd_{gab} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n}}$$

3) Menentukan kategori kemandirian belajar siswa dengan skala pengukuran sebagai berikut:

Tinggi (b1), jika  $\bar{X} + Sd$

Sedang (b2), jika  $\bar{X} - Sd \leq x \leq \bar{X} + Sd$

Rendah (b3), jika  $\bar{X} - Sd$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rerata dari sebuah skor total siswa

$Sd$  = Standar deviasi

b. *Instrument Tes*

Menurut Sugiyono, (2016 : 54) ”dalam penelitian dan pengembangan, pengumpulan data dengan tes dapat dilakukan untuk mengetahui kondisi awal objek sebelum diberi perlakuan dengan menggunakan produk (*test*) dan setelah dilakukan perlakuan dengan produk baru”. Tes adalah sekumpulan pertanyaan yang harus dijawab, harus ditanggapi atau tugas yang harus dilaksanakan oleh orang yang di tes. Teknik pengumpulan data dengan tes dilakukan sebagai alat ukur untuk memperoleh data kemampuan komunikasi matematis siswa dalam materi himpunan yang berfokus kepada operasi himpunan. Adapun tes yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes dalam bentuk uraian (*essay*).

Adapun prosedur penyusunan tes dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Membuat Kisi-Kisi Soal

Kisi-kisi soal digunakan sebagai padoman untuk menulis soal agar sesuai materi yang diajarkan dan sesuai dengan tujuan tes. Kisi-kisi soal harus memiliki beberapa aspek diantaranya standar kompetensi, kompetensi dasar, uraian materi, indikator, skor soal dan nomor soal. Kurikulum yang digunakan harus sesuai dengan satuan pendidikan matematika SMP yang ditetapkan sekolah, komponennya harus jelas dan mudah dipahami.

2) Penulisan Butir Soal

Penulisan butir soal disesuaikan dengan jumlah soal yang perlu disusun. Butir-butir soal disusun berdasarkan kisi-kisi yang sudah dibuat ada pada sebelumnya.



### 3) Membuat Kunci Jawaban

Setelah soal dibuat sesuai dengan kisi-kisi, maka dibuat pula jawaban yang sesuai dengan soal yang ada.

## E. Analisis Kualitas dan Butir Soal

### 1. Menguji Validitas tes

Menurut Sugiyono (2017: 173) suatu instrumen evaluasi dikatakan valid apabila yang digunakan dapat mengukur apa yang hendak diukur. Instrumen ini adalah tahap peneliti dalam memvalidasi dan menguji coba instrument peneliti yang diteliti sebagai berikut:

#### a. Validitas Isi

Menurut (Nawawi, 2012) yang dimaksud dengan validitas isi adalah yang diperoleh untuk memeriksa kecocokan setiap item dengan bahan yang telah diberikan pada sekelompok individu. Validitas isi bertujuan untuk melihat kesesuaian antara kompetensi dasar, materi, indikator dan soal-soal tes. Agar soal tes yang dibuat memiliki validitas isi maka penyusunan tes berdasarkan kurikulum dan isi bahan pelajaran, butir-butir soal dalam tes disesuaikan dengan indikator soal.

Uji validitas ini dilakukan oleh dua orang dosen IKIP PGRI Pontianak yaitu Bapak Wandra Irvandi, S.Pd, M.Sc dan Bapak Dr. Sandie, M.Pd serta satu guru matematika SMP Negeri 01 Tayan Hulu yaitu Bapak Sugesti Barus, S.Pd. Berdasarkan uji validitas isi yang dilakukan oleh validator, semua dinyatakan valid dan dapat digunakan instrumen penelitian.

#### b. Validitas Butir Soal

Analisis butir soal atau analisis item adalah pertanyaan-pertanyaan yang memiliki kualitas yang memadai untuk menguji validitas setiap butir soal maka skor-skor yang ada pada butir yang dimaksud dikorelasikan dengan skor total (Arikunto, 2016: 176).

$$r_{xy} = \frac{N \cdot \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{N \cdot \sum x^2 - (\sum X)^2\} \cdot \{N \cdot \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

$r_{xy}$  = koefisien korelasi antara variabel X dan Y

$N$  = Banyak peserta tes

$X$  = Nilai hasil uji coba

$Y$  = Nilai rata-rata harian

Interprestasi terhadap nilai koefisien korelasi  $r_{xy}$  digunakan kriteria sebagai berikut:

**Tabel 3.4**  
**Kriteria Koefisien Validitas**

Koefisien	Validitas
$0,90 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,70 < r_{xy} \leq 0,90$	Tinggi
$0,40 < r_{xy} \leq 0,70$	Sedang
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$r_{xy} \leq 0,20$	Sangat Rendah

**Tabel 3.5**  
**Hasil Validitas Uji Coba Soal**

No Soal	$r_{xy}$	Kriteria
1	0,75	Tinggi
2	0,82	Tinggi
3	0,66	Sedang
4	0,83	Tinggi
5	0,79	Tinggi

c. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran suatu butiran soal ditentukan oleh perbandingan antara banyaknya mahasiswa yang menjawab soal itu benar dengan banyaknya mahasiswa yang menjawab soal (Ruseffendi, 199:199). Untuk menentukan kesukaran dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

Arikunto (2013:222) menyatakan bahwa “Soal yang baik adalah soal yang tidak terlalu mudah dan tidak terlalu sukar”. Sudjana

(2013:135) mengungkapkan bahwa “Dalam pembuatan soal tidak hanya memandang dari segi validitas dan reliabilitas tetapi juga dituntut adanya keseimbangan dari tingkat kesulitan soal tersebut”. Keseimbangan yang dimaksudkan adalah adanya soal-soal yang termasuk mudah, sedang, dan sukar secara proporsional.

$$P = \frac{\bar{S}}{S_{maks}}$$

Keterangan:

P = Indeks kesukaran

$\bar{S}$  = rata-rata skor butir

$S_{maks}$  = skor maksimum untuk butir

Untuk menentukan interpretasi indeks kesukaran soal esay, maka menggunakan klarifikasi sebagai berikut:

$P > 0,70$  : Mudah

$0,30 \leq P \leq 0,70$  : Sedang

$P < 0,30$  : Sukar

**Tabel 3.6**  
**Tingkat Kesukaran**

No Soal	Nilai IK	Kriteria
1	0,48	Sedang
2	0,54	Sedang
3	0,39	Sedang
4	0,46	Sedang
5	0,45	Sedang

#### d. Daya Pembeda

Pengertian daya pembeda dari sebuah butir soal adalah menyatakan seberapa jauh kemampuan butir soal tersebut mampu membedakan antara tes yang mengetahui jawabannya dengan benar dengan testee yang tidak dapat menjawab soal tersebut (tes yang

menjawab salah). Dengan kata lain daya pembeda butir soal adalah kemampuan butir soal itu untuk membedakan antara tes yang yang pandai atau berkemampuan tinggi dengan tes yang berkemampuan rendah.

$$DP = \frac{S_A - S_B}{I_A}$$

Keterangan:

DP : Daya Pembeda

$S_A$  : Jumlah skor kelompok atas pada butir soal yang diolah

$S_B$  : Jumlah skor kelompok bawah pada butir soal yang diolah

$I_A$  : Jumlah skor ideal salah satu kelompok pada butir soal yang diolah

Interprestasi nilai DP adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.7**  
**Kriteria Indeks Daya Pembeda**

Nilai	Interprestasi daya pembeda
0,00 – 0,20	Jelek
0,21 – 0,40	Cukup
0,41 – 0,70	Baik
0,71 – 1,00	Baik sekali

(Arikunto, 2015: 232)

**Tabel 3.8**  
**Analisis Daya Pembeda Soal**

No Soal	Nilai DP	Kriteria
1	0,75	Baik Sekali
2	0,45	Baik
3	0,44	Baik
4	0,65	Baik

5	0,54	Baik
---	------	------

e. Reliabilitas

Arikunto (2013:100) menyatakan bahwa “Suatu tes dapat dikatakan reliabilitas yang tinggi jika tes tersebut dapat memberikan hasil yang tetap”. Begitu juga menurut Arifin (2013:258) “Reliabilitas adalah tingkat atau derajat konsistensi dari suatu instrumen”. Konsep reliabilitas mendasari kesalahan pengukuran yang mungkin terjadi pada suatu proses pengukuran atau pada nilai tunggal tertentu, sehingga menimbulkan perubahan pada susunan kelompoknya. “Reliabilitas berlaku pada tingkat suatu perangkat tes sehingga tidak berlaku untuk masing-masing item tes.

Karena tes berbentuk essay dan uraian maka untuk menghitung reliabilitas menggunakan rumus Alpha Cronbach sebagai berikut:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

- $r_{11}$  : Reliabilitas yang dicari  
 $n$  : Banyaknya butir soal  
 $\sum \sigma_i^2$  : Jumlah varians skor tiap tiap item  
 $\sigma_t^2$  : Varians total

Sedangkan untuk mencari varians total adalah:

$$S_t^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N}$$

Keterangan:

- $S_t^2$  : Varians total  
 $N$  : Jumlah sampel  
 $(\sum x)^2$  : Kuadrat jumlah skor perolehan siswa  
 $\sum x^2$  : Jumlah kuadrat skor perolehan siswa

Dengan kriteria yang digunakan sebagai berikut:

**Tabel 3.9**

### Kriteria Koefisien Reliabilitas Instrumen

Koefisien Kriteria	Interprestasi Reliabilitas
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,79$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,59$	Sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,39$	Rendah
$0,00 < r_{11} \leq 0,19$	Sangat Rendah

(Arikunto, 2018: 214)

Adapun hasil uji coba reliabilitas tes menggunakan rumus *Alpha Cronbach* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right) = \left( \frac{5}{5-1} \right) \left( 1 - \frac{4,89}{111,69} \right)$$

$$r_{11} = \left( \frac{4}{4} \right) \left( 1 - \frac{4,89}{111,69} \right)$$

$$r_{11} = \left( \frac{4}{4} \right) (1 - 0,437)$$

$$r_{11} = \left( \frac{4}{4} \right) (0,563)$$

$$r_{11} = (1) (0,563)$$

$$r_{11} = 0,563$$

**Tabel 3.10**  
**Rangkuman Hasil Analisis Butir Soal Uji Coba**

No Soal	Validitas	TK	DP	Reliabilitas	Kesimpulan
1	Valid	Sedang	Baik	Sedang	Digunakan
2	Valid	Sedang	Baik		Digunakan
3	Valid	Sedang	Baik		Digunakan
4	Valid	Sedang	Baik		Digunakan
5	Valid	Sedang	Baik		Digunakan

### F. Teknik Analisis Data

## 1. Analisis Angket Kemandirian Belajar

a. Menghitung rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X}_{gab} = \frac{\Sigma X}{N}$$

Keterangan:

$\bar{X}_{gab}$  = nilai rata-rata gabungan

$\Sigma x$  = jumlah semua nilai

N = jumlah siswa

b. Menentukan standar deviasi dengan rumus sebagai berikut:

$$Sd_{gab} = \sqrt{\frac{\Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n}}{n}}$$

c. Menentukan kategori kemandirian belajar siswa dengan skala pengukuran sebagai berikut:

Tinggi (b1), jika  $\bar{X} + Sd$

Sedang (b2), jika  $\bar{X} - Sd \leq x \leq \bar{X} + Sd$

Rendah (b3), jika  $\bar{X} - Sd$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rerata dari sebuah skor total siswa

$Sd$  = Standar deviasi

Untuk menjawab rumusan masalah, maka digunakan uji anava dua jalan sel tak sama. Menurut Budiyo (2009: 228), alasan digunakan anava dua jalan karena uji anava dua jalan bertujuan untuk menguji signifikansi interaksi dua variabel bebas terhadap variabel terikat. Sebelum data dianalisis dengan menguji anava, maka akan dilakukan uji keseimbangan dan uji prasyarat terlebih dahulu.

a. Uji Keseimbangan

1) Uji Prasyarat Keseimbangan

Uji prasyarat yang digunakan dalam rangka uji keseimbangan adalah uji normalitas dan uji homogenitas. Sebelum dilakukan uji keseimbangan kedua sampel di uji normalitas dengan metode *Liliefors* dan uji homogenitas dengan uji F.



a) Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menguji apakah satu sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas populasi dilakukan dengan metode *Liliefors* menurut Budiyono (2009: 170) sebagai berikut:

(1) Hipotesis

$H_0$  : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : Sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

(2) Tarif Signifikan ( $\alpha$ ) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$L = \text{Max } |F(z_i) - S(z_i)|$$

$$Z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$$

Dengan :

$F(z_i)$  :  $P(z \leq z_i)$  untuk  $z \sim N(0,1)$

$S(z_i)$  : Proporsi cacah  $z \leq z_i$  terhadap seluruh  $z_t, t \{1,2,\dots,n\}$

$x_i$  : Skor responden

$Z_i$  : Skor standar

$S$  : Standar deviasi

(4) Daerah Kritik

$$DK = \{ L \mid L > L_{\alpha;n} \}$$
 dengan  $n$  adalah ukuran sampel

(5) Keputusan uji

$H_0$  diterima jika  $L_{obs} \in DK$

$H_0$  ditolak jika  $L_{obs} \notin DK$

(6) Kesimpulan

Jika  $H_0$  diterima maka sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Jika  $H_0$  ditolak maka sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

b) Uji Homogenitas

Menurut Budiyono (2009: 174), “Uji homogenitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui apakah variansi-variansi dari sejumlah populasi sama atau tidak”. Untuk menguji homogenitas ini digunakan uji F. Adapun langkah-langkah pengujian dengan uji F menurut Budiyono (2009: 164) sebagai berikut:

(1) Hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 \text{ (Populasi –populasi homogen)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

(2) Taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$v_1 = \frac{\sum_{n-1}^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$Db_1 = n - 1 \text{ (varian terbesar)}$$

$$v_2 = \frac{\sum_{n-1}^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$Db_2 = n - 1 \text{ (varian terkecil)}$$

Keterangan:

$v_1$  dan  $v_2$  : Varians data

$x$  : Data

$n$  : Banyak data

$\bar{x}$  : Rata-rata

(4) Komputasi

$$F_{hitung} = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

(5) Daerah Kritik

$$DK = \{ F \mid F > F_1 \frac{\sigma}{2} \text{ atau } F > F \frac{\sigma}{2} \}$$

(6) Keputusan Uji

$H_0$  diterima jika  $F_{obs} \in DK$

$H_0$  ditolak jika  $F_{obs} \in DK$

(7) Kesimpulan

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka populasi-populasi tidak homogeny

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka populasi-populasi homogeny

## 2) Uji Keseimbangan

Budiyono (2009: 151) menjelaskan bahwa langkah-langkah uji keseimbangan dengan statistic uji t dapat diuraikan sebagai berikut:

### a) Hipotesis

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

### b) Taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0,05

### c) Statistik uji yang digunakan:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{sp \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \sim t (n_1 + n_2 - 2)$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1) s_1^2 + (n_2 - 1) s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

### d) Daerah Kritik

$$DK = \left\{ t \mid t < \frac{t_\alpha}{2}; n_1 + n_2 - 2 \text{ atau } t > \frac{t_\alpha}{2}; n_1 + n_2 - 2 \right\}$$

### e) Keputusan Uji

$H_0$  diterima jika  $t \in DK$

$H_0$  ditolak jika  $t \notin DK$

f) Kesimpulan

Jika  $H_0$  maka kedua sampel memiliki kemampuan awal sama

Jika  $H_0$  maka kedua sampel memiliki kemampuan awal berbeda

b. Uji Analisis Variansi Dua Jalan Tak Sama

Uji prasyarat Analisis Variansi Dua Jalan Sel Tak Sama

1) Uji Normalitas

Uji Normalitas dilakukan untuk menguji apakah suatu sampel berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas populasi dilakukan dengan metode *Liliefors* menurut Budiyono (2009:170) sebagai berikut:

a) Hipotesis

$H_0$  : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

$H_1$  : Sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

b) Taraf signifikan ( $\alpha$ ) = 0,05

c) Statistik uji yang digunakan

$$L = \text{Max} | F(z_i) - S(z_i) |$$

$$Z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$$

d) Daerah Kritik

$DK = \{ L \mid L > L_{\alpha;n} \}$  dengan n adalah ukuran sampel

e) Keputusan Uji

$H_0$  diterima jika  $L_{obs} \in DK$

$H_0$  diterima jika  $L_{obs} \in DK$

f) Kesimpulan

Jika  $H_0$  diterima maka sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal

Jika  $H_0$  diterima maka sampel tidak berasal dari populasi yang berdistribusi normal

2) Uji Homogenitas

Menurut Budiyono (2009: 174), “Uji homogenitas adalah uji yang digunakan untuk mengetahui apakah variansi-variansi dari

sejumlah populasi sama atau tidak". Untuk menguji homogenitas ini digunakan uji F.

a) Uji F

(1) Hipotesis

$$H_0 : \sigma_1^2 \leq \sigma_2^2 \text{ (Populasi-populasi homogen)}$$

$$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

(2) Taraf Signifikan ( $\alpha$ ) = 0,05

(3) Statistik uji yang digunakan

$$v_1 = \frac{\sum_{n-1}^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$Db_1 = n - 1 \text{ (varian terbesar)}$$

$$v_2 = \frac{\sum_{n-1}^n (x - \bar{x})^2}{n}$$

$$Db_2 = n - 1 \text{ (varian terkecil)}$$

(4) Komputasi

$$F_{hitung} = \frac{\text{varians terbesar}}{\text{varians terkecil}}$$

(5) Daerah kritik

$$DK = \{ F \mid F > F_{1-\frac{\alpha}{2}} \text{ atau } F > F_{\frac{\alpha}{2}} \}$$

(6) Keputusan Uji

$$H_0 \text{ diterima jika } F_{obs} \in DK$$

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{obs} \notin DK$$

(7) Kesimpulan

Jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka populasi-populasi tidak homogeny

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$ , maka populasi-populasi homogeny

b) Uji Analisis Variansi Dua Jalan Sel Tak Sama

Untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini menggunakan analisis variansi dua jalan ( $2 \times 3$ ) dengan sel tak sama (Budiyono, 2009: 228). Model analisis variansi dua jalan pada penelitian ini adalah:

$$X_{ijk} = \mu + \alpha_i + B_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Adapun langkah-langkah pengujiannya menurut Budiyo (2009: 229) sebagai berikut:

(1) Menentukan  $H_0$  dan  $H_1$

(a)  $H_{0A} : \alpha_i = 0$ , untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$  (tidak terdapat perbedaan antara model pembelajaran *problem based learning* dan model pembelajaran konvensional terhadap kemampuan komunikasi matematis)

$H_{1A} :$  paling sedikit ada satu  $\alpha_i$  yang tidak nol (terdapat perbedaan antara model pembelajaran *problem based learning* dan model pembelajaran konvensional terhadap kemampuan komunikasi matematis)

(b)  $H_{0B} : \beta_j$  untuk setiap  $j = 1, 2, \dots, q$  (tidak terdapat perbedaan antara kemandirian belajar siswa tinggi, sedang, dan rendah terhadap kemampuan komunikasi matematis)

$H_{1B} :$  paling sedikit ada satu  $\beta_j$  yang tidak nol (terdapat perbedaan antara kemandirian belajar siswa tinggi, sedang, dan rendah terhadap kemampuan komunikasi matematis)

(c)  $H_{0AB} : (\alpha\beta)_{ij} = 0$ , untuk setiap  $i = 1, 2, \dots, p$  dan  $j = 1, 2, \dots, q$  (tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemandirian belajar siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis).

$H_{1AB} :$  paling sedikit ada satu  $(\alpha\beta)_{ij}$  yang tidak nol (terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemandirian belajar siswa terhadap kemampuan komunikasi matematis).

(2) Menentukan nilai  $\alpha = 0,05$

(3) Statistik Uji

Untuk  $H_{0A}$  adalah  $F_a = \frac{RKA}{RKG}$  yang merupakan nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan  $p-1$  dan  $N-pq$ . Untuk  $H_{0B}$  adalah  $F_a = \frac{RKB}{RKG}$  yang merupakan

nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan q-1 dan N-pq.

Untuk  $H_{OAB}$  adalah  $F_{ab} = \frac{RKAB}{RKG}$  yang merupakan nilai dari variabel random yang berdistribusi F dengan derajat kebebasan (p-1)(q-1) dan N-pq.

(4)Komputasi

(a)Notasi dan Tata Letak Data

**Tabel 3.11**  
**Notasi dan Tata Letak Data pada Analisis Variansi Dua**  
**Jalan dengan Sel Tak Sama**

Model Pembelajaran	Koponen	Kemandirian Belajar		
		Tinggi	Sedang	Rendah
<i>Problem Based Learning</i>	Cacah Data	$n_{11}$	$n_{12}$	$n_{13}$
	Jumlah Data	$\sum x_{11}$	$\sum x_{12}$	$\sum x_{13}$
	Rerata	$\bar{x}_{11}$	$\bar{x}_{12}$	$\bar{x}_{13}$
	Jumlah Kuadrat	$\sum x_{11}^2$	$\sum x_{12}^2$	$\sum x_{13}^2$
	Suku Koreksi	$C_{11}$	$C_{12}$	$C_{13}$
	Variansi	$SS_{11}$	$SS_{12}$	$SS_{13}$
<i>Konvensional</i>	Cacah Data	$n_{21}$	$n_{22}$	$n_{23}$
	Jumlah Data	$\sum x_{21}$	$\sum x_{22}$	$\sum x_{23}$
	Rerata	$\bar{x}_{21}$	$\bar{x}_{22}$	$\bar{x}_{23}$
	Jumlah Kuadrat	$\sum x_{21}^2$	$\sum x_{22}^2$	$\sum x_{23}^2$
	Suku Koreksi	$C_{21}$	$C_{22}$	$C_{23}$
	Variansi	$SS_{21}$	$SS_{22}$	$SS_{23}$

Dengan  $C_{ij} = \frac{(\sum x_{ij})^2}{n_{ij}}$  ;  $SS_{ij} = \sum x_{ij}^2 - C_{ij}$

**Tabel 3.12**  
**Rerata dan Jumlah Rerata**

Faktor a	Faktor b			Total
	$b_1$	$b_2$	$b_3$	
$a_1$	$\bar{x}_{11}$	$\bar{x}_{12}$	$\bar{x}_{13}$	$A^1$
$a_2$	$\bar{x}_{21}$	$\bar{x}_{22}$	$\bar{x}_{23}$	$A_2$
Total	$B_1$	$B_2$	$B_3$	G

Pada analisis varians dua jalan dengan sel tak sama ini didefinisikan notasi-notasi sebagai berikut:

$n_{ij}$  : Frekuensi sel uji (pada sel baris ke-I dan pada kolom ke-j)

$N$  :  $\sum i. j n_{ij}$  : Banyaknya seluruh data amatan

$\bar{n}_h$  :  $\frac{pq}{\sum_{i,j} \frac{i}{n_{ij}}}$  = Rerata harmonic frekuensi seluruh sel

$SS_{ij}$  :  $\sum_k x_{ijk}^2 - \frac{(\sum_k x_{ijk})^2}{n_{ij}}$  = Jumlah kuadrat deviasi data amatan pada sel ij

$\overline{AB}_{ij}$  : Rerata pada sel ij

$A_i$  :  $\sum_j \overline{AB}_{ij}$  = Jumlah rerata pada baris ke- i

$B_j$  :  $\sum_i \overline{AB}_{ij}$  = Jumlah rerata pada baris ke-j

$G$  :  $\sum_{i,j} \overline{AB}_{ij}$  = Jumlah rerata semua sel

**(b) Menghitung Komponen JK**

Terdapat lima komponen pada analisis variansi dua jalan pada sel tak sama, yaitu:

$$(1) = \frac{G^2}{N}$$

$$(4) = \sum_j \frac{B_j^2}{q}$$

$$(2) = \sum_{i,j} SS_{ij}$$

$$(5) = \sum_{i,j} \overline{AB}_{ij}^2$$

$$(3) = \sum_i \frac{A_i^2}{q}$$

**(c) Jumlah Kuadrat**

Terdapat lima jumlah kuadrat pada analisis variansi dua jalan dengan sel tak sama, yaitu:



$$\begin{aligned}
JKA &= \bar{n}_h \{(3) - (1)\} \\
JKB &= \bar{n}_h \{(4) - (1)\} \\
JKAB &= \bar{n}_h \{(1) + (5) - (3) - (4)\} \\
JKG &= (2) \\
JKT &= JKA + JKB + JKAB + JKG
\end{aligned}$$

Keterangan:

JKA : jumlah kuadrat baris  
JKB : jumlah kuadrat kolom  
JKAB : jumlah kuadrat interaksi  
JKG : jumlah kuadrat galat  
JKT : jumlah kuadrat total

(d) Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan (dk) untuk masing-masing jumlah kuadrat tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
dkA &= p - 1 \\
dkB &= q - 1 \\
dkAB &= (p - 1)(q - 1) \\
dkG &= N - pq \\
dkT &= N - 1
\end{aligned}$$

Keterangan:

dkA = Derajat kebebasan factor A  
dkB = Derajat kebebasan factor B  
dkAB = Derajat kebebasan interaksi antara factor A dan factor B  
dkG = Derajat kebebasan galat  
dkT = Derajat kebebasan total

(e) Rataan Kuadrat

Berdasarkan jumlah kuadrat dan derajat kebebasan (dk) masing-masing, maka didapat rerata kuadrat berikut:

$$\begin{aligned}
RKA &= \frac{JKA}{dkA} & RKAB &= \frac{JKAB}{dkAB} \\
RKB &= \frac{JKB}{dkB} & RKG &= \frac{JKG}{dkG}
\end{aligned}$$

Keterangan:

RKA : Rataan kuadrat factor A

RKB : Rataan kuadrat factor B

RKAB : Rataan kuadrat factor A dan factor B

RKG : Rataan kuadrat galat

(f) Daerah Kritik

Untuk masing-masing nilai F diatas, daerah kritisnya adalah:

Untuk  $F_a$  adalah DK =  $\{F|F > F_{a,p-1,N-pq}\}$

Untuk  $F_b$  adalah DK =  $\{F|F > F_{a,q-1,N-pq}\}$

Untuk  $F_{ab}$  adalah DK =  $\{F|F > F_{a,(p-1)(q-1),N-pq}\}$

(g)Keputusan Uji

(1) $H_{OA}$  diterima apabila  $F_a \in DK$

$H_{OA}$  ditolak apabila  $F_a \in DK$

(2) $H_{OB}$  diterima apabila  $F_b \in DK$

$H_{OB}$  ditolak apabila  $F_b \in DK$

(3) $H_{OAB}$  diterima apabila  $F_{ab} \in DK$

$H_{OAB}$  ditolak apabila  $F_{ab} \in DK$

Adapun rangkuman analisis dua jalan dengan sel tak sama dapat dilihat pada Tabel 1.4 sebagai berikut.

**Tabel 3.13**  
**Rangkuman Analisis Variabel Dua Jalan Sel Tak Sama**

Sumber	JK	DK	DK	$F_{obs}$	$F_{tabel}$
Baris (A)	JKA	dkA	RKA	$F_a$	$F F > F_{a,p-1,N-pq}$
Kolom (B)	JKB	dkB	RKB	$F_b$	$F F > F_{a,q-1,N-pq}$
Interaksi (AB)	JKAB	dkAB	RKAB	$F_{ab}$	$F F > F_{a,(p-1)(q-1),N-pq}$
Galat	JKG	dkG	RKG	-	-
Total	JKT	dkT	-	-	-

(Budiyono, 2009: 215)

c) Uji Komparasi Ganda

Komparasi ganda adalah tindak lanjut dari analisis variansi apabila hasil analisis variansi tersebut menunjukkan bahwa hipotesis nol ditolak. Untuk metode tersebut akan menghasilkan benda rerata dengan tingkat signifikansi yang kecil. Adapun langkah-langkah uji komparasi ganda metode *Scheffe* menurut Budiyono (2009: 215) sebagai berikut:

- (1) Mengidentifikasi semua pasangan komparasi yang ada
- (2) Merumuskan hipotesis yang bersesuaian dengan komparasi tersebut
- (3) Menentukan taraf signifikansi  $\alpha = 0,05$
- (4) Mencari nilai statistik uji F dengan rumus sebagai berikut
  - (a) Komparasi rerata antar baris dilakukan terhadap data tes kemampuan pemahaman konsep matematis pada model pembelajaran *problem based learning* dan model pembelajaran konvensional. Komparasi rerata antar baris dirumuskan sebagai berikut:

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

Uji *Scheffe* untuk komparasi rerata antar baris adalah:

$$F_{i,j} = \frac{(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2}{RKG \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Daerah Kritik

$$DK : \{F | F > (P-1)F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

- (b) Komparasi rerata antar kolom

Hipotesis nol yang diuji pada komparasi antar kolom adalah:

$$H_0 = \mu_i = \mu_j$$

Uji *Scheffe* untuk komparasi rerata antar kolom adalah:

$$F_{i-j} = \frac{(\bar{x}_i - \bar{x}_j)^2}{RKG \left( \frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Daerah Kritik

$$DK : \{F | F > (P-1)F_{\alpha; p-1, N-pq}\}$$

(c) Komparasi rerata antar sel pada baris yang sama Hipotesis nol yang diuji pada komparasi antar kolom adalah:

$$H_0 = \mu_{ij} = \mu_{ik}$$

Uji *Scheffe* untuk komparasi rerata antar sel pada baris yang sama adalah:

$$F_{i,j} = \frac{(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{ik})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{ij}} + \frac{1}{n_{ik}} \right)}$$

Daerah Kritik

$$DK : \{F|F > (Pq-1)F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

(d) Komparasi rerata antar sel pada kolom yang sama Hipotesis nol yang diuji pada komparasi antar kolom adalah:

$$H_0 = \mu_{ij} = \mu_{kj}$$

Uji *Scheffe* untuk komparasi rerata antar sel pada baris yang sama adalah:

$$F_{i,j} = \frac{(\bar{x}_{ij} - \bar{x}_{ik})^2}{RKG \left( \frac{1}{n_{ij}} + \frac{1}{n_{kj}} \right)}$$

Daerah Kritik

$$DK : \{F|F > (Pq-1)F_{\alpha; pq-1, N-pq}\}$$

(e) Menentukan keputusan uji (beda rerata) untuk setiap pasang komparasi rata-rata

(f) Menyusun rangkuman analisis (komparasi ganda