

BAB III METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas VIII SMP Negeri di Kabupaten Bantul Tahun Ajaran 2019/2020.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Agustus 2020. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian disajikan pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Tahapan	Tahun 2019					Tahun 2020					Tahun 2021				
	Bulan					Bulan									
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
Perencanaan															
Pelaksanaan															
Analisis Data															
Penyusunan Laporan															

Adapun rinciannya sebagai berikut.

a. Tahap Perencanaan

Tahap perencanaan ini meliputi: pengajuan judul penelitian, penyusunan proposal penelitian, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), instrumen penelitian, serta pelaksanaan seminar proposal.

b. Tahapan Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan meliputi: sampling, pengajua izin penelitian, uji keseimbangan, eksperimen, uji coba instrumen, eksperimen dan pengumpulan data. Pada tahap ini, peneliti melakukan ekperimen selama 5 kali pembelajaran.

c. Tahapan Analisis Data

Tahap analisis data ini dilaksanakan setelah penelitian dan data telah terkumpul.

d. Tahapan Penyelesaian Penyusunan Laporan

Tahap penyelesaian penyusunan laporan meliputi: penyusunan laporan penelitian dan ujian tesis.

B. Rancangan/Desain Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen semu yaitu penelitian yang dilakukan dengan sengaja untuk mengusahakan variabel-variabel bebas, dalam hal ini adalah mengetahui keefektifan penggunaan model *Problem Based Learning*, *Guided Inquiry*, dan pembelajaran langsung terhadap kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah ditinjau dari kecerdasan emosional.

Metode eksperimen semu digunakan karena peneliti tidak mungkin mengontrol semua variabel luaran. Menurut Budiyo (2017: 101) mengatakan bahwa tujuan penelitian eksperimen semu adalah untuk memperoleh informasi yang merupakan perkiraan bagi informasi yang dapat diperoleh dengan eksperimen yang sebenarnya dalam keadaan tidak memungkinkan untuk mengontrol dan memanipulasi semua variabel yang relevan.

2. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Desain Faktorial 3×3

Model Pembelajaran (a)		Kecerdasan Emosional (b)		
		Tinggi (b ₁)	Sedang (b ₂)	Rendah (b ₃)
<i>Problem Based Learning</i> (a ₁)	Kemampuan Berpikir Kritis (X ₁)	X ₁ a ₁ b ₁	X ₁ a ₁ b ₂	X ₁ a ₁ b ₃
	Kemampuan Pemecahan Masalah (X ₂)	X ₂ a ₁ b ₁	X ₂ a ₁ b ₂	X ₂ a ₁ b ₃
<i>Guided Inquiry</i> (a ₂)	Kemampuan Berpikir Kritis (X ₁)	X ₁ a ₂ b ₁	X ₁ a ₂ b ₂	X ₁ a ₂ b ₃
	Kemampuan Pemecahan Masalah (X ₂)	X ₂ a ₂ b ₁	X ₂ a ₂ b ₂	X ₂ a ₂ b ₃
Pembelajaran Langsung (a ₃)	Kemampuan Berpikir Kritis (X ₁)	X ₁ a ₃ b ₁	X ₁ a ₃ b ₂	X ₁ a ₃ b ₃
	Kemampuan Pemecahan Masalah (X ₂)	X ₂ a ₃ b ₁	X ₂ a ₃ b ₂	X ₂ a ₃ b ₃

Keterangan:

a_i : Model pembelajaran baris ke-i, i = 1, 2, 3.

dengan:

1 = Model *Problem Based Learning*

2 = Model *Guided Inquiry*

3 = Model pembelajaran langsung

b_j : Kecerdasan emosional ke-j, j = 1, 2, 3.

dengan:

1 = Kecerdasan emosional tinggi

2 = Kecerdasan emosional sedang

3 = Kecerdasan emosional rendah

X₁ : Kemampuan berpikir kritis siswa

X₂ : Kemampuan pemecahan masalah siswa

X₁a₁b₁ : Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi

- $X_1a_1b_2$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang
- $X_1a_1b_3$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah
- $X_2a_1b_1$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi
- $X_2a_1b_2$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang
- $X_2a_1b_3$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Problem Based Learning* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah
- $X_1a_2b_1$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi
- $X_1a_2b_2$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang
- $X_1a_2b_3$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah
- $X_2a_2b_1$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi
- $X_2a_2b_2$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang
- $X_2a_2b_3$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model *Guided Inquiry* pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah
- $X_1a_3b_1$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi

$X_1a_3b_2$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang

$X_1a_3b_3$: Kemampuan berpikir kritis siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah

$X_2a_3b_1$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional tinggi

$X_2a_3b_2$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional sedang

$X_2a_3b_3$: Kemampuan pemecahan masalah siswa yang dikenai model pembelajaran langsung pada kelompok siswa dengan kecerdasan emosional rendah

3. Definisi Operasional Variabel

a. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah.

1) Kemampuan Berpikir Kritis

a) Definisi operasional :

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan siswa dalam menganalisis suatu permasalahan dengan merumuskan, mengidentifikasi, mengumpulkan informasi, dan memecahkan masalah serta menyimpulkannya dengan pemikiran dan pengetahuan yang dimiliki.

b) Indikator : berupa nilai tes kemampuan berpikir kritis

c) Skala Pengukuran : Skala Interval

2) Kemampuan Pemecahan Masalah

a) Definisi operasional :

Kemampuan pemecahan masalah adalah kemampuan untuk berusaha mencari solusi dengan memperhatikan proses dan menerapkan pengetahuan yang telah dimiliki untuk membangun pengetahuan baru

b) Indikator : berupa nilai tes kemampuan pemecahan masalah

c) Skala Pengukuran : Skala Interval

b. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran dan kecerdasan emosional.

1) Model Pembelajaran

a) Model pembelajaran adalah cara yang dipakai dalam menyampaikan materi pembelajaran kepada siswa yang meliputi model *problem based learning* dan *guided inquiry* pada kelompok eksperimen dan model pembelajaran langsung pada kelompok kontrol.

b) Indikator: terlaksananya pembelajaran sesuai sintaks.

c) Skala pengukuran: Skala nominal

d) Simbol a_i dengan $i = 1, 2, 3$

a_1 : Model *Problem Based Learning Learning*

a_2 : Model *Guided Inquiry*

a_3 : Model pembelajaran langsung

2) Kecerdasan Emosional

a) Definisi operasional:

Kecerdasan emosional adalah kemampuan mengenali perasaan, kemampuan mengenali dan mengelola emosi, dan kemampuan memotivasi diri sendiri maupun orang lain untuk membina hubungan baik dengan orang lain.

b) Indikator: berupa skor angket kecerdasan emosional

c) Skala pengukuran: skala interval yang diubah ke skala ordinal yang terdiri dari tiga kategori, yaitu

b_1 : kecerdasan emosional tinggi jika $X_i > \bar{X} + \frac{1}{2}SD$,

b_2 : kecerdasan emosional sedang jika $\bar{X} - \frac{1}{2}s \leq X_i \leq \bar{X} + \frac{1}{2}SD$,

b_3 : kecerdasan emosional rendah jika $X_i < \bar{X} - \frac{1}{2}SD$.

dimana:

X_i : Skor total indikator kecerdasan emosional ke-i, dengan $i = 1, 2, 3, 4, 5$

\bar{X} : Rerata dari seluruh total skor indikator kecerdasan emosional

SD : Standar deviasi

C. Populasi, Sampel, dan Sampling

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas VIII SMP Negeri Se-Kabupaten Bantul Tahun Ajaran 2019/2020.

2. Sampel dan *Sampling*

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut (Sugiyono, 2016: 34). Bila populasi besar, dan peneliti tidak mungkin mempelajari semua yang ada pada populasi maka diambil sampelnya saja. Sampel dalam penelitian ini yaitu 3 sekolah dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah.

Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik *stratified cluster random sampling*. Adapun langkah-langkah pengambilan sampel dengan teknik *stratified cluster random sampling* sebagai berikut.

- a. Mengambil data rata-rata nilai Ujian Nasional Matematika pada semua SMP Negeri yang ada di Kabupaten Bantul tahun pelajaran 2019. Populasi dibagi berdasarkan peringkat sekolah sehingga terbentuk tiga peringkat: tinggi, sedang, dan rendah. Selanjutnya dikelompokkan dengan sebagai berikut:

Tabel 3.3 Kategori Pengelompokan Sekolah

Skor	Kategori
$X_i > \mu + 0,5\sigma$	Tinggi
$\mu - 0,5\sigma \leq X_i \leq \mu + 0,5\sigma$	Sedang
$X_i < \mu - 0,5\sigma$	Rendah

keterangan:

X_i : rerata nilai ujian nasional matematika SMP Negeri ke-i di Kabupaten

Bantul ($i = 1, 2, 3, \dots$)

μ : rerata dari rerata nilai ujian nasional matematika SMP Negeri se-Kabupaten Bantul

σ : standar deviasi nilai ujian nasional matematika SMP Negeri di Kabupaten Bantul dengan

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{N}}$$

dimana

N = banyaknya seluruh peserta tes

- b. Berdasarkan data pengelompokan dari populasi akan diperoleh 3 kelompok, yaitu kelompok tinggi, sedang, dan rendah. Selanjutnya masing-masing kelompok ditentukan secara random satu sekolah yang digunakan sebagai sampel melalui undian.
- c. Pada masing-masing sekolah terpilih, diambil tiga kelas secara random dengan cara undian sebagai kelas eksperimen 1, eksperimen 2, dan kelas kontrol.

D. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini, untuk memperoleh data peneliti melakukan teknik pengumpulan data sebagai berikut.

1. Metode Dokumentasi

Menurut Sudaryono dkk (2013: 77) menyatakan dokumentasi ditujukan untuk memperoleh data langsung dari tempat penelitian, meliputi buku-buku yang relevan, peraturan-peraturan, laporan kegiatan, foto-foto, film dokumenter, data yang relevan penelitian. Metode dokumentasi dalam penelitian ini digunakan untuk mengambil data saat penelitian berlangsung. Metode ini digunakan untuk memperoleh data nilai Ujian Nasional yang digunakan sebagai data pengambilan sampel penelitian dan data pendukung latar belakang penelitian terkait permasalahan pembelajaran matematika khususnya di Kabupaten Bantul.

2. Angket

Instrumen yang berupa angket diberlakukan pengukuran validitas, konsistensi internal, dan reliabilitas. Angket ini dibuat berdasarkan indikator dan disesuaikan dengan kemampuan obyek penelitian.

a. Uji Validitas Isi

Angket yang sudah dibuat diuji validitasnya dengan menggunakan prinsip uji validitas isi. Cara untuk menilai apakah suatu instrumen mempunyai validitas isi yang tinggi, biasanya dilakukan melalui *expert judgement* (penilaian yang dilakukan oleh pakar). Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam uji validitas isi adalah membuat kisi-kisi angket, menyusun soal angket, dan menelaah butir angket.

Instrumen tes dikatakan valid menurut validitas isi jika telah memenuhi seluruh kriteria penilaian dan disetujui oleh dua dari tiga validator sehingga instrumen tersebut siap diujicobakan. Validator instrumen angket kecerdasan emosional pada penelitian ini adalah ahli yang dianggap mampu pada bidangnya.

b. Konsistensi Internal

Konsistensi internal digunakan untuk mengetahui apakah semua butir pada angket sudah mengukur hal yang sama dan menunjukkan kecenderungan yang sama pula (Budiyono, 2017: 87-88). Konsistensi internal masing-masing butir dilihat dari korelasi antar skor butir – butir

tersebut dengan skor totalnya. Rumus untuk menghitung konsistensi internal butir ke-i, digunakan rumus korelasi *Product Moment* dari *Karl-Pearson* sebagai berikut:

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

dimana:

r_{xy} = indeks konsistensi internal untuk butir ke-i

n = banyaknya subjek yang dikenai tes (instrumen)

X = skor untuk butir ke-i (dari subjek uji coba)

Y = total skor (dari subjek uji coba)

Untuk butir ke-i yang mempunyai indeks korelasi internal kurang dari 0,3, maka butir soal tersebut tidak digunakan. Butir soal yang digunakan jika indeks konsistensi internalnya lebih dari atau sama dengan 0,3.

(Budiyono, 2017: 88)

c. Penetapan Instrumen Tes

Butir soal yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian ini adalah butir soal yang telah dinyatakan valid oleh validator dan memiliki konsistensi internalnya lebih dari atau sama dengan 0,3. Jika ada butir soal yang tidak memenuhi kedua indeks tersebut tidak digunakan untuk mengumpulkan data penelitian (dibuang). Selanjutnya instrumen tes yang terdiri dari butir-butir soal terpilih dilakukan uji reliabilitas.

d. Uji Reliabilitas

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai indeks dari uji reliabilitas. Uji reliabilitas dari angket kecerdasan emosional digunakan teknik *Alpha* dari *Cronbach* sebagai berikut:

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

dimana:

r_{11} = indeks reliabilitas instrumen

n = banyaknya butir instrumen

commit to user

s_i^2 = variansi belahan ke - i, $i = 1, 2, 3, \dots, k$ ($k \leq n$) atau variansi butir ke-i, $i = 1, 2, 3, \dots, n$

s_t^2 = variansi total

Nilai reliabilitas yang digunakan untuk mengukur nilai kemanfaatan suatu butir soal, mempunyai patokan yang tidak baku, tetapi biasanya diambil nilai reliabilitasnya $\geq 0,70$. Ini berarti, hasil pengukuran yang mempunyai indeks reliabilitas 0,70 atau lebih cukup baik nilai kemanfaatannya, dalam arti instrumennya dapat dipakai untuk melakukan pengukuran

(Budiyono, 2017: 80)

3. Metode Tes

Menurut Sudaryono (2013: 79), tes merupakan instrumen dalam pengumpulan data yang berupa pertanyaan atau latihan untuk mengukur pengetahuan, kemampuan atau bakat seseorang. Bentuk tes yang digunakan adalah tes bentuk uraian berdasarkan materi yang diberikan di kelas VIII semester genap yaitu materi bangun ruang sisi datar.

Tes kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa dilakukan sebanyak dua kali. Tes kemampuan kritis dan kemampuan pemecahan masalah pertama atau pre tes dilakukan untuk memperoleh data kemampuan awal dan tes kedua dilakukan untuk memperoleh data setelah diberi perlakuan antar kelas eksperimen. Penilaian terhadap jawaban siswa dilakukan berdasarkan penskoran dalam rubrik penilaian.

Tes yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa terlebih dahulu diuji validitas isi barulah diuji cobakan. Uji coba soal tes kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah untuk mengetahui reliabilitas. Setelah diketahui reliabilitas soal, maka soal bisa digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada materi bangun ruang sisi datar. Pada penelitian ini untuk post tes kemampuan berpikir kritis maupun pemecahan masalah siswa menggunakan metode tes yang berbasis digital. Artinya disini soal diberikan via

online kepada siswa menggunakan *google class room*. Hal ini terjadi karena adanya pandemi COVID-19.

a. Uji validitas isi

Uji validitas isi menunjukkan antara objek yang diukur dengan alat ukur. Agar tes mempunyai validitas isi, menurut Budiyo (2017: 58) harus diperhatikan hal-hal berikut.

- 1) Bahan uji atau tes merupakan sampel yang representatif untuk mengukur sampai seberapa jauh tujuan pembelajaran tercapai dari materi yang diajarkan maupun dari sudut poses belajar.
- 2) Titik berat bahan yang diujikan harus seimbang dengan titik berat bahan yang diajarkan.
- 3) Tidak diperlukan pengetahuan lain yang tidak atau yang belum diajarkan untuk menjawab soal-soal ujian dengan benar.

Mengetahui apakah tes mempunyai validitas isi yang tinggi, yang biasanya dilakukan adalah melalui *expert judgment* (penilaian yang dilakukan oleh pakar). Dalam hal ini para pakar yang disebut *subject mater experts* menilai apakah kisi-kisi yang dibuat oleh pembuat tes telah menunjukkan bahwa klarifikasi kisi-kisi telah mewakili isi (substansi) yang akan diukur. Langkah selanjutnya, para penilai menilai apakah masing-masing butir soal tes telah disusun cocok atau relevan dengan klarifikasi kisi-kisi yang ditentukan.

Instrumen tes dikatakan valid menurut validitas isi jika telah memenuhi seluruh kriteria penilaian dan disetujui oleh dua dari tiga validator sehingga instrumen tersebut siap diujicobakan. Validator instrumen angket kecerdasan emosional pada penelitian ini adalah ahli yang dianggap mampu pada bidangnya.

b. Daya Pembeda Butir

Menurut Sudijono (2013: 385), daya pembeda butir adalah kemampuan butir soal untuk dapat membedakan antara peserta yang berkemampuan tinggi dengan peserta yang berkemampuan rendah. Sementara itu, Budiyo (2015a:102) menyatakan butir soal mempunyai

daya beda baik jika kelompok siswa pandai menjawab benar butir soal lebih banyak daripada kelompok siswa tidak pandai. Sebagai tolak ukur pandai atau tidak pandai adalah skor total dari sekumpulan butir yang dianalisis. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya pembeda dalam penelitian ini adalah dengan rumus berikut.

$$r_{p\ bis} = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - (\sum_{i=1}^n X_i)(\sum_{i=1}^n Y_i)}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2)(n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2)}}$$

Keterangan:

$r_{p\ bis}$: koefisien korelasi biserial (indeks daya pembeda butir ke-i)

n : banyaknya subyek yang dikenai tes

X_i : skor untuk butir ke-i

Y_i : skor untuk total untuk butir ke-i.

(Budiyono, 2017: 86)

Daya pembeda butir ke-i kurang dari 0,3 maka butir tersebut harus dibuang. Berdasarkan pendapat tersebut, untuk keperluan pengambilan data dalam penelitian ini digunakan butir soal dengan daya pembeda lebih dari atau sama dengan 0,3 ($D \geq 0,3$)

c. Tingkat Kesukaran Soal

Tingkat kesukaran soal adalah proporsi banyaknya peserta yang menjawab benar butir soal tersebut terhadap seluruh peserta tes. Adapun besarnya tingkat kesukaran butir soal diperoleh dengan menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan:

P : indeks tingkat kesukaran

\bar{S} : rerata untuk skor butir

S_{maks} : skor maksimum untuk butir tersebut

Butir soal uraian dikatakan mempunyai tingkat kesukaran baik jika $0,3 \leq P \leq 0,7$

(Budiyono, 2017: 86)

d. Penetapan Instrumen Tes

Butir soal yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian ini adalah butir soal yang telah dinyatakan valid oleh validator. Jika ada butir soal yang dinyatakan tidak valid oleh validator, maka soal tersebut diperbaiki atau mengganti dengan soal yang memenuhi kriteria. Selanjutnya instrumen tes yang terdiri dari butir-butir soal terpilih dilakukan uji reliabilitas.

e. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas untuk instrumen kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah menggunakan rumus Cronbach alpha sebagai berikut.

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

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas instrumen

s_i^2 = variansi skor butir ke i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$

s_t^2 = variansi skor total yang diperoleh subjek uji coba

n = banyaknya butir instrumen

Hasil perhitungan dikatakan reliabel jika koefisien reliabilitasnya lebih dari atau sama dengan 0,70.

(Budiyono, 2017: 80-81)

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Multivariate Analysis of Variance* (MANOVA) dua jalan dengan sel tak sama. Penggunaan analisis variansi multivariat memiliki keunggulan yaitu mampu menganalisis semua variabel terikat secara simultan, sehingga dapat memperkecil kesalahan tipe I (α) dalam pengambilan keputusan uji statistik. Sebelum melakukan eksperimen, terlebih dahulu dilakukan uji keseimbangan terhadap nilai rerata pre tes atau

kemampuan awal kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa untuk kedua kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Setelah uji MANOVA dilakukan, selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANAVA) dua jalan dengan sel tak sama. Sebelum data dianalisis untuk uji keseimbangan, uji MANOVA, dan uji ANAVA terhadap data tersebut terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat dalam penelitian ini.

1. Uji Prasyarat

a. Uji Prasyarat Univariat

Uji prasyarat univariat pada penelitian ini meliputi uji normalitas dan uji homogenitas variansi.

1) Uji Normalitas Univariat

Uji normalitas populasi dilakukan untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas pada penelitian ini menggunakan metode *Lilliefors* dengan prosedur 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 signifikansi : $\alpha = 0.05$

c) Statistik uji yang digunakan:

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

dengan

$$F(z_i) = P(Z \leq z_i); Z \sim N(0,1);$$

$$S(z_i) = \text{proporsi cacah } Z \leq (z_i) \text{ terhadap seluruh } z_i$$

L = koefisien *Lilliefors*

z_i = skor standar (dengan s adalah standar deviasi)

d) Komputasi:

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

$$s = \sqrt{\frac{(n)(\sum X^2) - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

$$z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s}$$

$$L = \text{Maks}[F(z_i) - S(z_i)]$$

e) Daerah kritis

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

$L_{\alpha;n}$ diperoleh dari tabel nilai kritik uji Lilliefors

f) Keputusan Uji

H_0 ditolak jika $L \in \text{DK}$

g) Kesimpulan

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

(Budiyono, 2016: 170)

2) Uji Homogenitas Variansi Populasi

Uji homogenitas ini bertujuan untuk menguji apakah populasi mempunyai variansi yang sama. Metode yang digunakan uji *Bartlett* dengan Chi Kuadrat. Prosedur uji *Bartlett* sebagai berikut.

a) Hipotesis

H_0 : $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$ (variansi populasi sama)

H_1 : $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ atau $\sigma_1^2 \neq \sigma_3^2$ atau $\sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$ (tidak semua variansi sama)

b) Taraf Signifikansi : $\alpha = 0,05$

c) Statistik Uji

$$\chi^2 = \frac{2,303}{c} \left(f \log RKG - \sum f_j \log S_j^2 \right)$$

dengan

k : Banyaknya sampel pada populasi

f : Derajat bebas untuk RKG = $N - k$

commit to user

f_j : Derajat untuk $f_j^2 = n_j - 1$, dengan $j = 1, 2, 3, \dots, k$

N : Banyaknya seluruh nilai

n_j : Banyaknya nilai (ukuran) sampel ke- j = sampel ke- j

d) Komputasi

$$c = 1 + \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \frac{1}{f_j} - \frac{1}{f} \right]$$

$$RKG = \frac{\sum SS_j}{\sum f_j}$$

$$SS_j = \sum X_j^2 - \frac{(\sum X_j)^2}{n_j} = (n_j - 1)s_j^2$$

e) Daerah kritis

$DK = \{ \chi^2 | \chi^2 > \chi_{\alpha, k-1}^2 \}$, dengan k adalah ukuran sampel dan $\chi_{\alpha, k-1}^2$ dapat dilihat pada tabel nilai uji χ^2 .

f) Keputusan Uji

H_0 ditolak jika $\chi^2 \in DK$

g) Kesimpulan

Jika H_0 ditolak maka variansi populasi tidak homogen. Jika H_0 diterima maka variansi populasi homogen.

(Budiyono, 2016: 176)

b. Uji Prasyarat Multivariat

Pada uji prasyarat multivariat asumsi-asumsi yang harus diuji adalah uji normalitas multivariat serta uji kesamaan variansi dan kovariansi.

1) Uji Normalitas Multivariat

Uji normalitas berfungsi untuk menguji data yang diperoleh dari sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau tidak. Pada uji MANOVA mengharuskan terpenuhinya asumsi-asumsi nilai variabel sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal multivariat. Uji normalitas dilakukan dengan cara mencari nilai jarak kuadrat (d^2) dan menggunakan nilai pendekatan dari distribusi *Chi-*

kuadrat (χ^2). Prosedur perhitungan nilai jarak kuadrat (d^2) sebagai berikut.

a) Hipotesis

H_0 : Sampel berasal dari populasi yang berdistribusi normal multivariat

H_1 : Sampel berasal dari populasi yang tidak berdistribusi normal multivariat.

b) Taraf signifikansi : $\alpha = 0.05$

c) Statistik uji

Langkah-langkah dalam menentukan normalitas multivariat sebagai berikut.

(1) Menghitung nilai jarak kuadrat

$$d_j^2 = (X_j - \bar{X})S^{-1}(X_j - \bar{X}) \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, n$$

dimana

$$S = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} \\ s_{21} & s_2^2 \end{bmatrix}$$

dengan

$$s_1^2 = \frac{\sum (X_1 - \bar{X}_1)^2}{n - 1}$$

$$s_2^2 = \frac{\sum (X_2 - \bar{X}_2)^2}{n - 1}$$

$$s_{12} = \frac{\sum (X_1 - \bar{X}_1)(X_2 - \bar{X}_2)}{n - 1}$$

$$s_{21} = \frac{\sum (X_2 - \bar{X}_2)(X_1 - \bar{X}_1)}{n - 1}$$

keterangan:

d_j^2 : nilai jarak kuadrat ke-j

X_j : matriks nilai data amatan ke-j

\bar{X} : matriks nilai rerata seluruh data amatan

S : matriks variansi-kovariansi $S = \begin{bmatrix} s_1^2 & s_{12} \\ s_{21} & s_2^2 \end{bmatrix}$

dengan

s_1^2 : variansi variabel terikat pertama

s_2^2 : variansi variabel terikat kedua

s_{12} : kovariansi antara variabel terikat pertama dan kedua

s_{22} : kovariansi antara variabel terikat kedua dan pertama

\mathbf{S}^{-1} : invers matriks variansi-kovariansi

(2) Mengurutkan nilai, yaitu dari nilai terkecil sampai yang terbesar

$$d_1^2 \leq d_2^2 \leq \dots \leq d_n^2$$

(3) Mencari nilai $\chi_{(0.5; p)}^2$ dengan p adalah banyaknya variabel terikat.

d) Keputusan uji

H_0 ditolak jika $d_j^2 \leq \chi_{(0.5; p)}^2$ kurang dari 50% data amatan.

(Budiyono, 2019: 41)

2) Uji Homogenitas Variansi-Kovariansi Populasi

Pada uji MANOVA diharuskan terpenuhinya asumsi bahwa sampel berasal dari populasi yang homogen, sehingga uji homogenitas dilakukan untuk keperluan tersebut. Penelitian ini menggunakan uji *Box's-M* untuk melakukan uji homogenitas dengan prosedur sebagai berikut.

a) Hipotesis:

H_0 : Matriks variansi dan kovariansi kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa sama

H_1 : Matriks variansi dan kovariansi kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa tidak sama.

b) Taraf signifikansi : $\alpha = 0.05$

c) Statistik uji:

$$\chi^2 = (1 - C)W \sim \chi^2 \left(\frac{p(p+1)(k-1)}{2} \right)$$

dimana

$$C = \frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p+1)(k-1)} \left[\sum_{i=1}^k \frac{1}{V_i} - \frac{1}{V_e} \right]$$

$$W = v_e \log|\mathbf{S}| - \sum_{i=1}^k v_i \log|\mathbf{S}_i|$$

$$\mathbf{S} = \frac{\sum_{i=1}^k v_i \mathbf{S}_i}{v_e}$$

$$v_e = n - k$$

$$v_i = n_i - 1$$

$$n = \sum_{i=1}^k n_i$$

s_i : matriks variansi-kovariansi ke-i

n_i : banyaknya nilai (ukuran) sampel ke-i

p : banyaknya variabel terikat

n : banyaknya data

k : banyaknya populasi

d) Daerah kritis:

$$DK = \left\{ \chi^2 \mid \chi^2 > \chi^2_{\left(\alpha, \frac{p(p+1)(k-1)}{2}\right)} \right\}$$

e) Keputusan uji:

$$H_0 \text{ ditolak jika } \chi^2 \in DK$$

(Budiyono, 2019: 67)

2. Uji Keseimbangan

Uji keseimbangan dilakukan untuk menguji kesamaan rerata kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa pada kedua populasi. Data kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa diperoleh melalui tes dari peneliti sebelum dikenai perlakuan. Uji keseimbangan ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah ketiga populasi yang diambil dalam keadaan seimbang atau tidak. Pada penelitian ini, uji keseimbangan menggunakan analisis multivariat satu jalur. Menurut Rencher (1998: 155), model rerata sel untuk data populasi analisis tersebut adalah:

$$x_{ij} = \mu_j + \varepsilon_{ij}$$

dengan :

x_{ij} : data ke-i pada perlakuan ke-j

μ_j : rerata dari perlakuan ke-j *commit to user*

ε_{ij} : deviasi data x_{ij} terhadap rerata populasinya (μ_j) yang berdistribusi normal dengan rerata 0

$i = 1, 2, \dots, n$: dengan $j = 1, 2, \dots, k$;

n_j : banyaknya data amatan pada perlakuan ke- j

k : cacah populasi (cacah perlakuan, cacah klarifikasi)

Adapun prosedur pengujian analisis sebagai berikut.

a. Hipotesis

$$H_0: \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{13} \\ \mu_{23} \end{bmatrix}$$

$$H_1: \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \end{bmatrix} \text{ atau } \begin{bmatrix} \mu_{11} \\ \mu_{21} \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} \mu_{13} \\ \mu_{23} \end{bmatrix} \text{ atau } \begin{bmatrix} \mu_{12} \\ \mu_{22} \end{bmatrix} \neq \begin{bmatrix} \mu_{13} \\ \mu_{23} \end{bmatrix}$$

b. Taraf signifikansi : $\alpha = 0.05$

c. Statistik uji:

$$F_{\text{hit}} = \frac{\frac{1-\sqrt{\Lambda}}{\sqrt{\Lambda}}}{\frac{p}{N-p-2}} \sim F(2p, 2(N-p-2))$$

dengan

p : banyaknya variabel terikat

k : banyaknya kelompok

$$N = n_1 + n_2 + \dots + n_k$$

$$\Lambda = \frac{|W|}{|T|}$$

W : matriks jumlah dari seluruh SSCP = $W_1 + W_2 + \dots + W_k$

T : matriks SSCP untuk seluruh data (dianggap hanya satu kelompok)

d. Daerah Kritis:

$$DK = \{F | F > F_{(0.05; 2p; (N-p-2))}\}$$

e. Keputusan uji:

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{\text{hit}} \in DK$$

(Budiyono, 2019: 101 – 102)

3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis multivariat dua jalan atau *two-way multivariate of variance* (*two-way MANOVA*) dengan

sel tak sama. Uji ini dilakukan karena terdapat dua variabel bebas yaitu model pembelajaran dan kecerdasan emosional serta dua variabel terikat yaitu kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Analisis multivariat sel tak sama, didefinisikan pengertian matriks kontras. Matriks kontras untuk faktor A disebut **A**, matriks kontras untuk faktor B disebut **B**, dan matriks kontras untuk interaksi AB disebut **C**. Perhatikan bahwa desain faktorialnya adalah 3×3 , faktor A berderajat bebas 2, faktor B berderajat bebas 2, dan faktor C berderajat bebas 4, sehingga matriks kontras **A** berukuran 2×9 , matriks kontras **B** berukuran 2×9 , dan matriks kontras **C** berukuran 4×9 .

Tabel 3.4 Desain Faktorial Penelitian

Model Pembelajaran	Kecerdasan Emosional		
	Tinggi (b_1)	Sedang (b_2)	Rendah (b_3)
PBL (a_1)	μ_{11}	μ_{12}	μ_{13}
GI (a_2)	μ_{21}	μ_{22}	μ_{23}
Pembelajaran Langsung (a_3)	μ_{31}	μ_{32}	μ_{33}

Pembandingan antara baris pertama dengan baris kedua dapat dipikirkan sebagai:

$$\begin{aligned}
 2\mu_{11} + 2\mu_{12} + 2\mu_{13} &= \mu_{21} + \mu_{22} + \mu_{23} + \mu_{31} + \mu_{32} + \mu_{33} \\
 \Leftrightarrow 2\mu_{11} + 2\mu_{12} + 2\mu_{13} - \mu_{21} - \mu_{22} - \mu_{23} - \mu_{31} - \mu_{32} - \mu_{33} &= 0 \\
 \mu_{21} + \mu_{22} + \mu_{23} &= \mu_{31} + \mu_{32} + \mu_{33} \\
 \Leftrightarrow \mu_{21} + \mu_{22} + \mu_{23} - \mu_{31} - \mu_{32} - \mu_{33} &= 0
 \end{aligned}$$

Berdasarkan itu, maka matriks kontras untuk faktor A adalah:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Cara untuk mencari kontras faktor B, kita dapat membandingkan antara:

- dua kali kolom pertama dengan jumlah kolom kedua dan ketiga
- kolom kedua dan ketiga.

Pembandingan dua kali kolom pertama dengan jumlah kolom kedua dan ketiga ditulis sebagai berikut.

$$2\mu_{11} + 2\mu_{21} + 2\mu_{31} = \mu_{12} + \mu_{22} + \mu_{32} + \mu_{13} + \mu_{23} + \mu_{33}$$

$$\Leftrightarrow 2\mu_{11} - \mu_{12} - \mu_{13} + 2\mu_{21} - \mu_{22} - \mu_{23} + 2\mu_{31} - \mu_{32} - \mu_{33} = 0$$

Pembandingan kolom kedua dengan kolom ketiga dapat ditulis sebagai berikut.

$$\mu_{12} + \mu_{22} + \mu_{32} = \mu_{13} + \mu_{23} + \mu_{33}$$

$$\Leftrightarrow 0\mu_{11} + \mu_{12} - \mu_{13} + 0\mu_{21} + \mu_{22} - \mu_{23} + 0\mu_{31} + \mu_{32} - \mu_{33} = 0$$

Berdasarkan dua pembandingan di atas diperoleh matriks kontras untuk faktor B yaitu:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 2 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & 2 & -1 & -1 & 2 & -1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Cara mencari kontras untuk interaksi AB, dilakukan perkalian antar elemen pada matriks A dan B, sehingga matriks kontras untuk interaksi AB adalah

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} 4 & -2 & -2 & -2 & 1 & 1 & -2 & 1 & 1 \\ 0 & 2 & -2 & 0 & -1 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -2 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Perhitungan matriks SSCP pada analisis variansi multivariate dua jalur sel tak sama dapat dirangkum seperti pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Rangkuman Matriks SSCP Analisis Variansi Multivariat Dua Jalan Sel Tak Sama

Sumber Variansi	Matriks SSCP	Derajat Kebebasan
Faktor A	$SSCP_A = (\widehat{A\mathbf{M}})' [A(L'L)^{-1}A']^{-1}A\mathbf{M}$	$dk_{hA} = a - 1$
Faktor B	$SSCP_B = (\widehat{B\mathbf{M}})' [B(L'L)^{-1}B']^{-1}B\mathbf{M}$	$dk_{hB} = b - 1$
Interaksi	$SSCP_{AB} = (\widehat{C\mathbf{M}})' [C(L'L)^{-1}C']^{-1}C\mathbf{M}$	$dk_{hAB} = (a - 1)(b - 1)$
Galat	$SSCP_G = (\mathbf{X} - \mathbf{LM})(\mathbf{X} - \mathbf{LM})$	$dk_{hG} = N - ab$
Total	$T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^{n_{ij}} (x_{ijk} - \bar{x})(x_{ijk} - \bar{x})$	$dk_{hT} = N - 1$

dengan

a : banyaknya baris (klasifikasi faktor A)

b : banyaknya kolom (klasifikasi faktor B)

dk_{hA} : derajat kebebasan untuk faktor A

dk_{hB} : derajat kebebasan untuk faktor B

dk_{hAB} : derajat kebebasan untuk interaksi

dk_{hG} : derajat kebebasan untuk galat

- dk_{hT} : derajat kebebasan untuk total
- N : banyaknya seluruh data amatan = $n_{11} + n_{12} + \dots + n_{ij}$
- L : rank penuh sebesar ab merupakan matriks ukuran $N \times (ab)$
- $L'L$: matriks diagonal ukuran $(ab) \times (ab)$
dengan entri $n_{ij} = \text{diag}(n_{11}, n_{12}, \dots, n_{ab})$
- X : matriks ukuran $N \times p$ dengan seluruh data amatan
- M : matriks ukuran $(ab) \times p$ dengan entri $\bar{x}_{pij} = (L'L)^{-1}L'X$
- A : matriks kontras untuk efek utama baris (faktor A)
- B : matriks kontras untuk efek utama kolom (faktor B)
- C : matriks kontras untuk efek sederhana (interaksi)

Langkah-langkah uji analisis variansi multivariat dua jalur dengan sel tak sama:

a. Menetapkan hipotesis

1) Hipotesis perbedaan efek antar baris

$$H_{0A}: \begin{bmatrix} \mu_{11\cdot} \\ \mu_{21\cdot} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{12\cdot} \\ \mu_{22\cdot} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{13\cdot} \\ \mu_{23\cdot} \end{bmatrix}$$

H_{1A} : tidak benar bahwa $\mu_{11\cdot} = \mu_{12\cdot} = \mu_{13\cdot}$ atau tidak benar bahwa $\mu_{21\cdot} = \mu_{22\cdot} = \mu_{23\cdot}$.

2) Hipotesis perbedaan efek antar kolom

$$H_{0B}: \begin{bmatrix} \mu_{1\cdot 1} \\ \mu_{2\cdot 1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{1\cdot 2} \\ \mu_{2\cdot 2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{1\cdot 3} \\ \mu_{2\cdot 3} \end{bmatrix}$$

H_{1B} : tidak benar bahwa $\mu_{1\cdot 1} = \mu_{1\cdot 2} = \mu_{1\cdot 3}$ atau tidak benar bahwa $\mu_{2\cdot 1} = \mu_{2\cdot 2} = \mu_{2\cdot 3}$

3) Hipotesis interaksi

H_{0AB} : tidak ada interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional pada kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa

H_{1AB} : ada interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional pada kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa

b. Taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

c. Statistik uji

Uji hipotesis penelitian yang digunakan adalah analisis variansi multivariat dua jalur mengikuti formula statistik uji Rao berikut.

1) Pengaruh faktor A

$$F = \left(\frac{1 - \Lambda^{\frac{1}{s}}}{\Lambda^{\frac{1}{s}}} \right) \left(\frac{dk_{2A}}{dk_{1A}} \right) \sim F(dk_{2A}, dk_{1A})$$

dengan

$dk_{1A} = (p)(dk_{hA})$ dengan dk_{hA} adalah derajat kebebasan untuk faktor A

$$dk_{2A} = ms - \frac{1}{2}(p)(dk_{hA}) + 1$$

$$m = dk_{hG} + dk_{hA} - \frac{1}{2}(p + dk_{hA} + 1)$$

dengan $dk_{hG} = N - ab$; a adalah banyaknya baris, b adalah banyaknya kolom, dan N adalah banyaknya seluruh data

$$s = \sqrt{\frac{p^2 dk_{hA}^2 - 4}{p^2 + dk_{hA}^2 - 5}}$$

dengan catatan jika $p^2 dk_{hA}^2 = 4$ maka didefinisikan $s = 1$

$$\Lambda = \frac{|SSCP_G|}{|SSCP_A + SSCP_G|}$$

2) Pengaruh faktor B

$$F = \left(\frac{1 - \Lambda^{\frac{1}{s}}}{\Lambda^{\frac{1}{s}}} \right) \left(\frac{dk_{2B}}{dk_{1B}} \right) \sim F(dk_{2B}, dk_{1B})$$

dengan

$dk_{1B} = (p)(dk_{hB})$ dengan dk_{hB} adalah derajat kebebasan untuk faktor B

$$dk_{2B} = ms - \frac{1}{2}(p)(dk_{hB}) + 1$$

$$m = dk_{hG} + dk_{hB} - \frac{1}{2}(p + dk_{hB} + 1)$$

dengan $dk_{hG} = N - ab$; a adalah banyaknya baris, b adalah banyaknya kolom, dan N adalah banyaknya seluruh data

$$s = \sqrt{\frac{p^2 dk_{hB}^2 - 4}{p^2 + dk_{hB}^2 - 5}}$$

dengan catatan jika $p^2 dk_{hB}^2 = 4$ maka didefinisikan $s = 1$

$$\Lambda = \frac{|SSCP_G|}{|SSCP_B + SSCP_G|}$$

3) Interaksi antara faktor A dan faktor B

$$F = \left(\frac{1 - \Lambda^{\frac{1}{s}}}{\Lambda^{\frac{1}{s}}} \right) \left(\frac{dk_{2AB}}{dk_{1AB}} \right) \sim F(dk_{2AB}, dk_{1AB})$$

dengan

$dk_{1AB} = (p)(dk_{hAB})$ dengan dk_{hAB} adalah derajat kebebasan untuk interaksi faktor A dan faktor B

$$dk_{2AB} = ms - \frac{1}{2}(p)(dk_{hAB}) + 1$$

$$m = dk_{hG} + dk_{hAB} - \frac{1}{2}(p + dk_{hAB} + 1)$$

dengan $dk_{hG} = N - ab$; a adalah banyaknya baris, b adalah banyaknya kolom, dan N adalah banyaknya seluruh data

$$s = \sqrt{\frac{p^2 dk_{hAB}^2 - 4}{p^2 + dk_{hAB}^2 - 5}}$$

dengan catatan jika $p^2 dk_{hAB}^2 = 4$ maka didefinisikan $s = 1$

$$\Lambda = \frac{|SSCP_G|}{|SSCP_{AB} + SSCP_G|}$$

d. Daerah kritis

Untuk masing-masing nilai F di atas, daerah kritisnya adalah

1) Daerah kritis F_A adalah $DK = \{F | F > F_{\alpha; dk_{1A}, dk_{2A}}\}$

2) Daerah kritis F_B adalah $DK = \{F | F > F_{\alpha; dk_{1B}, dk_{2B}}\}$

3) Daerah kritis F_{AB} adalah $DK = \{F | F > F_{\alpha; dk_{1AB}, dk_{2AB}}\}$

e. Keputusan uji

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

(Budiyono, 2019: 155 - 167)

4. Uji Lanjut Pasca MANOVA

Uji lanjut pasca MANOVA digunakan untuk mengetahui perbedaan masing-masing efek model pembelajaran dan yang memiliki kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa. Uji lanjut untuk kemampuan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah siswa menggunakan uji F dari Analisis Variansi dua jalan sel tak sama. Berikut uraian yang berkaitan dengan uji lanjut.

a. Menetapkan hipotesis

1) Kemampuan berpikir kritis siswa

a) H_{0A} : tidak terdapat perbedaan efek antar model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

H_{1A} : terdapat perbedaan efek antar model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

b) H_{0B} : tidak terdapat perbedaan efek antar kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

H_{1B} : terdapat perbedaan efek antar kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

c) H_{0AB} : tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

H_{1AB} : terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional terhadap kemampuan berpikir kritis siswa

2) Kemampuan pemecahan masalah siswa

a) H_{0A} : tidak terdapat perbedaan efek antar model pembelajaran terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

H_{1A} : terdapat perbedaan efek antar model pembelajaran terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

b) H_{0B} : tidak terdapat perbedaan efek antar kecerdasan emosional

terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

H_{1B} : terdapat perbedaan efek antar kecerdasan emosional terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

c) H_{0AB} : tidak terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

H_{1AB} : terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kecerdasan emosional terhadap kemampuan pemecahan masalah siswa

b. Taraf signifikansi: $\alpha = 0.05$

c. Statistik uji

1) Untuk H_{0A} adalah $F_A = \frac{RKA}{RKG}$
dengan derajat kebebasan $a - 1$ dan $N - ab$;

2) Untuk H_{0B} adalah $F_B = \frac{RKB}{RKG}$
dengan derajat kebebasan $b - 1$ dan $N - ab$;

3) Untuk H_{0AB} adalah $F_{AB} = \frac{RKAB}{RKG}$
dengan derajat kebebasan $(a - 1)(b - 1)$ dan $N - ab$;

d. Komputasi

Pada analisis variansi dua jalan sel tak sama didefinisikan notasi-notasi sebagai berikut.

n_{ij} : banyaknya data amatan pada sel ij

$\bar{n}_h = \frac{ab}{\sum \frac{1}{n_{ij}}}$: rata-rata harmonik frekuensi seluruh sel

$N = \sum n_{ij}$: banyaknya seluruh data amatan

$SS_{ij} = \sum X_{ijk}^2 - \frac{(\sum X_{ijk})^2}{n_{ij}}$: jumlah kuadrat deviasi data amatan pada sel ij

\bar{AB}_{ij} : rata-rata pada sel ij

$A_i = \sum_j \bar{AB}_{ij}$: jumlah rata-rata pada baris ke- i

$B_j = \sum_i \bar{AB}_{ij}$: jumlah rata-rata pada kolom ke- j

$G = \sum_{ij} \bar{AB}_{ij}$: jumlah rata-rata semua sel

Komponen jumlah kuadrat didefinisikan sebagai berikut.

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

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

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

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

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

Komponen jumlah kuadrat adalah sebagai berikut:

$$JKA = \bar{n}_h \{(3) - (1)\}$$

$$JKB = \bar{n}_h \{(4) - (1)\}$$

$$JKAB = \bar{n}_h \{(1) + (5) - (3) - (4)\}$$

$$JKG = (2)$$

$$JKT = JKA + JKB + JKAB + JKG$$

dengan:

JKA : jumlah kuadrat baris

JKB : jumlah kuadrat kolom

JKAB : jumlah kuadrat antara baris dan kolom

JKG : jumlah kuadrat galat

JKT : jumlah kuadrat total

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

$$dkA = a - 1$$

$$dkB = b - 1$$

$$dkAB = (a - 1)(b - 1) \quad dkG = N - ab$$

$$dkT = N - 1$$

Berdasarkan jumlah kuadrat dan derajat kebebasan masing-masing diperoleh rataan kuadrat sebagai berikut.

$$RKA = \frac{JKA}{dkA} \quad RKAB = \frac{JKAB}{dkAB}$$

$$RKB = \frac{JKB}{dkB} \quad RKG = \frac{JKG}{dkG}$$

e. Daerah kritis

1) Daerah kritis F_A adalah $DK = \{F | F > F_{a;(a-1);(N-ab)}\}$

2) Daerah kritis F_B adalah $DK = \{F | F > F_{a;(b-1);(N-ab)}\}$

3) Daerah kritis F_{AB} adalah $DK = \{F | F > F_{a;(a-1)(b-1);(N-ab)}\}$

f. Keputusan uji

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

(Budiyono, 2019: 116)

5. Uji Komparasi Ganda

Uji komparasi ganda merupakan uji tindak lanjut dari analisis univariat apabila hasil analisis tersebut menunjukkan hipotesis nol ditolak dan nilai dari variabel penelitian lebih dari dua. Pada penelitian ini menggunakan metode *Scheffe* karena metode tersebut dapat digunakan pada analisis variansi dengan sel sama maupun sel tak sama. Berikut prosedur analisis metode *Scheffe*.

a. Komparasi rerata antar baris

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

dengan

$F_{i.-j.}$: nilai F_{obs} pada perbandingan rerata baris ke- i dan baris ke-j

$\bar{x}_{i.}$: rerata pada baris ke-i

$\bar{x}_{j.}$: rerata pada baris ke-j

RKG : rerata kuadrat galat yang diperoleh dari perhitungan analisis variansi univariat

$n_{i.}$: ukuran sampel baris ke-i

$n_{j.}$: ukuran sampel baris ke-j

Daerah kritis untuk uji ini adalah

$$DK = \{F | F > (a - 1)F_{a;a-1;N-ab}\}$$

b. Komparasi rerata antar kolom

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

dengan

$F_{\cdot i - \cdot j}$: nilai F_{obs} pada perbandingan rerata kolom ke-i dan baris ke-j

$\bar{x}_{\cdot i}$: rerata pada kolom ke-i

$\bar{x}_{\cdot j}$: rerata pada kolom ke-j

RKG : rerata kuadrat galat yang diperoleh dari perhitungan analisis variansi univariat

$n_{\cdot i}$: ukuran sampel kolom ke-i

$n_{\cdot j}$: ukuran sampel kolom ke-j

Daerah kritis untuk uji ini adalah

$$DK = \{F | F > (b - 1)F_{a, b-1; N-ab}\}$$

c. Komparasi rerata antar sel pada kolom yang sama

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

dengan

$F_{ij - kj}$: nilai F_{obs} pada perbandingan rerata pada sel ke- ij dan sel ke-kj

\bar{x}_{ij} : rerata pada sel ke- ij

\bar{x}_{kj} : rerata pada sel ke- kj

RKG : rerata kuadrat galat yang diperoleh dari perhitungan analisis variansi univariat

n_{ij} : ukuran sel ke-ij

n_{kj} : ukuran sel ke-kj

Daerah kritis untuk uji ini adalah

$$DK = \{F | F > (ab - 1)F_{a, ab-1; N-ab}\}$$

d. Komparasi rerata antar sel pada baris yang sama

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

commit to user

dengan

F_{ij-ik} : nilai F_{obs} pada perbandingan rerata pada sel ke-ij dan sel ke-ik

\bar{x}_{ij} : rerata pada sel ke-ij

\bar{x}_{ik} : rerata pada baris ke-ik

RKG : rerata kuadrat galat yang diperoleh dari perhitungan analisis variansi univariat

n_{ij} : ukuran sel ij

$n_{j\cdot}$: ukuran sel ik

Daerah kritis untuk uji ini adalah

$$DK = \{F | F > (ab - 1)F_{a,ab-1;N-ab}\}$$

- e. Menentukan keputusan uji untuk masing-masing komparasi ganda, yaitu H_0 ditolak jika $F_{obs} \in DK$

(Budiyono, 2016: 215 - 217)