



Numbers : Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
A Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

Analisis Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Kenyamanan Belajar Mahasiswa di Lingkungan Kampus Menggunakan Principal Component Analysis.

Validity and Reliability Analysis of a Student Learning Comfort Questionnaire in the Campus Environment Using Principal Component Analysis

Bes Hendi Rio Pardede¹, Novaria Br Saragih², Nia Elovani Br Munthe³, Vena Yurinda Saragih⁴

^{1,2,3,4} Universitas Negeri Medan, Kota Medan, Indonesia

[¹beshendi03@gmail.com](mailto:beshendi03@gmail.com)

[²novariasaragih25@gmail.com](mailto:novariasaragih25@gmail.com)

[³elovaninia@gmail.com](mailto:elovaninia@gmail.com)

[⁴venayurindasaragih@gmail.com](mailto:venayurindasaragih@gmail.com)

Kata Kunci :

kenyamanan belajar;
mahasiswa; validitas
instrumen; reliabilitas;
Principal Component Analysis

ABSTRAK

Kenyamanan belajar mahasiswa di lingkungan kampus bersifat multidimensi, tetapi struktur komponen dan kualitas butir instrumen yang mengukurnya jarang dievaluasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen yang membentuk kenyamanan belajar mahasiswa dan mengevaluasi validitas serta reliabilitas kuesionernya. Penelitian kuantitatif dengan pendekatan psikometrik eksploratif ini melibatkan 80 mahasiswa Universitas Negeri Medan dari tujuh fakultas, yang dipilih secara sukarela melalui kuesioner daring pada 5–12 Oktober 2026. Instrumen terdiri atas 20 pernyataan berskala Likert 1–5 yang disusun dari empat dimensi, yaitu kondisi lingkungan belajar, fasilitas belajar, suasana belajar, dan aksesibilitas ruang belajar. Butir dievaluasi berdasarkan loading utama minimal 0,40 dan selisihnya dengan loading tertinggi kedua minimal 0,20. Data dianalisis dengan Principal Component Analysis (PCA) berotasi Varimax menggunakan program R, sedangkan reliabilitas diestimasi dengan Cronbach's Alpha. Data layak dianalisis (KMO = 0,862; uji Bartlett $p < 0,001$). Kriteria eigenvalue lebih dari 1 menghasilkan empat komponen dengan varians kumulatif 68,0%, sedangkan parallel analysis menyarankan dua komponen. Enam butir memiliki selisih loading di bawah 0,20 dan dikeluarkan sementara. PCA ulang pada 14 butir menghasilkan tiga komponen dengan varians kumulatif 65,4%. Berdasarkan pola loading, hanya satu komponen yang selaras dengan satu dimensi rancangan, yaitu aksesibilitas ruang belajar, sedangkan komponen pertama (delapan butir) dan ketiga (dua butir) memuat butir lintas dimensi. Nilai Cronbach's Alpha masing-masing komponen sebesar 0,867; 0,877; dan 0,700, dengan alpha keseluruhan 0,897. Tiga butir, yaitu Q4, Q12, dan Q13, masih menunjukkan indikasi cross-loading. Kuesioner memiliki konsistensi internal yang baik, tetapi struktur empirisnya belum

mereplikasi empat dimensi rancangan. Instrumen perlu direvisi dan diuji pada sampel yang lebih besar sebelum digunakan secara lebih luas.

Keywords :
*learning comfort; students;
instrument validity; reliability;
Principal Component Analysis*

ABSTRACT

Students' learning comfort on campus is multidimensional, yet the component structure and item quality of instruments that measure it are rarely evaluated. This study aimed to identify the components underlying students' learning comfort and to evaluate the validity and reliability of the questionnaire. This quantitative study used an exploratory psychometric approach and involved 80 students of Universitas Negeri Medan from seven faculties, who participated voluntarily in an online survey on 5–12 October 2026. The instrument consisted of 20 statements rated on a 1–5 Likert scale, developed from four dimensions: learning environment conditions, learning facilities, learning atmosphere, and accessibility of learning spaces. Items were evaluated using a primary loading of at least 0.40 and a difference of at least 0.20 from the second-highest loading. Data were analyzed using Principal Component Analysis (PCA) with Varimax rotation in R, and reliability was estimated using Cronbach's Alpha. The data were suitable for analysis ($KMO = 0.862$; Bartlett's test $p < 0.001$). The eigenvalue-greater-than-one criterion yielded four components explaining 68.0% of the cumulative variance, whereas parallel analysis suggested two components. Six items had loading differences below 0.20 and were temporarily removed. Repeating the PCA on the remaining 14 items produced three components explaining 65.4% of the cumulative variance. Only one component corresponded to a single designed dimension, namely accessibility of learning spaces, while the first (eight items) and third (two items) components contained items from several dimensions. Cronbach's Alpha was 0.867, 0.877, and 0.700 for the three components, and 0.897 for all retained items. Three items still showed indications of cross-loading. The questionnaire showed good internal consistency, but its empirical structure did not replicate the four designed dimensions. The instrument should be revised and tested on a larger sample before wider use.

PENDAHULUAN

Kenyamanan belajar di lingkungan kampus berkaitan erat dengan kemampuan mahasiswa memusatkan perhatian dan mengikuti pembelajaran secara efektif. Kajian sistematis terhadap ruang kelas pendidikan tinggi menyimpulkan bahwa kualitas lingkungan dalam ruang dapat meningkatkan proses belajar dan capaian akademik jangka pendek mahasiswa, meskipun pengaruhnya terhadap capaian jangka panjang belum terkonfirmasi dan kondisi yang optimal bergantung pada jenis aktivitas belajar (Brink et al., 2021). Temuan kualitatif dari dosen dan mahasiswa memperlihatkan bahwa kondisi termal, pencahayaan, akustik, dan kualitas udara yang buruk mempersulit kegiatan belajar mengajar serta menurunkan konsentrasi dan suasana hati mahasiswa (Brink et al., 2024). Perhatian terhadap kenyamanan belajar karena itu layak diberikan pada kampus yang melayani mahasiswa dari beragam fakultas.

Bukti empiris menunjukkan bahwa kondisi fisik ruang kelas dapat dikaji dari berbagai aspek. Eksperimen lapangan di ruang kelas pendidikan tinggi yang menyesuaikan waktu dengung, pencahayaan, dan ventilasi melaporkan pengaruh positif terhadap persepsi dan kinerja mahasiswa (Brink et al., 2023), sedangkan pemasangan panel akustik pada ruang kelas universitas meningkatkan perhatian mahasiswa (Castro-Martínez et al., 2016). Survei pada mahasiswa di wilayah beriklim panas dan lembap menempatkan kenyamanan termal sebagai perhatian utama di samping

pencahayaan, bau, dan kebisingan (Munonye & Ji, 2019). Penelitian di wilayah subtropis lembap menemukan bahwa model kenyamanan termal baku umumnya kurang tepat memprediksi kenyamanan mahasiswa, sehingga persepsi mahasiswa tetap perlu diukur secara langsung (Custodio et al., 2024).

Studi di perguruan tinggi Indonesia menunjukkan pendekatan yang serupa. Pengukuran pencahayaan, kebisingan, suhu, dan kebersihan pada ruang kelas fakultas teknik di Palembang memperlihatkan tingkat kebisingan di bawah ambang batas dan ruang kelas yang cukup bersih, tetapi suhu masih berkisar 28–30 °C dan peran mahasiswa dalam menjaga kebersihan perlu ditingkatkan (Masruri & Patradhiani, 2019). Pengukuran suhu dan survei sensasi termal pada tiga ruang kelas di Gorontalo dengan tiga pengaturan pendingin udara menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa netral dan nyaman (Abay et al., 2022). Kedua penelitian tersebut berfokus pada kondisi fisik yang terukur dan belum mencakup fasilitas, suasana, serta akses terhadap ruang belajar.

Fasilitas pendukung dan ketersediaan ruang juga berperan dalam pengalaman belajar mahasiswa. Survei terhadap 591 mahasiswa di sebuah universitas negeri di Nigeria menemukan kepuasan yang tinggi terhadap tata letak dan rancangan fisik ruang pengajaran, dengan kepuasan yang berkorelasi kuat dengan sikap belajar ($r = 0,751$) dan pemahaman materi ($r = 0,721$), serta merekomendasikan penambahan fasilitas pembelajaran elektronik (Ayodeji, 2021). Evaluasi ruang belajar perpustakaan perguruan tinggi dengan analisis faktor dan regresi mengidentifikasi lima faktor, yaitu kapasitas tempat duduk, warna dan suasana, pemesanan daring, sumber daya digital, serta layanan, yang dikelompokkan menjadi ruang fisik, lingkungan psikologis, sumber informasi, dan layanan pendukung (Niu et al., 2024). Temuan tersebut mengisyaratkan bahwa kenyamanan belajar bersifat multidimensi dan mencakup aspek fisik, fasilitas, suasana, serta akses ke ruang.

Berdasarkan telaah tersebut, penelitian ini merumuskan kenyamanan belajar mahasiswa melalui empat dimensi, yaitu kondisi lingkungan belajar, fasilitas belajar, suasana belajar, dan aksesibilitas ruang belajar. Kondisi lingkungan belajar mencakup keadaan fisik ruang seperti pencahayaan, suhu, sirkulasi udara, kebersihan, dan luas area. Fasilitas belajar mencakup akses internet, stop kontak, peralatan penyampaian materi, meja dan kursi, serta kondisi fasilitas pembelajaran, sedangkan suasana belajar mencakup kebisingan, gangguan aktivitas orang lain, ketertiban, ketenangan, dan interaksi antarmahasiswa. Aksesibilitas ruang belajar mencakup kemudahan menemukan, menjangkau, memperoleh, dan menggunakan ruang belajar yang tersedia di kampus.

Kuesioner yang disusun dari dimensi konseptual perlu dievaluasi agar butirnya berhubungan memadai dengan konstruk yang diukur. Dimensi yang dirancang secara teoretis tidak selalu muncul dengan susunan yang sama pada data responden, sehingga struktur empirisnya perlu diperiksa. Principal Component Analysis (PCA) merangkum varians banyak variabel ke dalam sejumlah komponen yang lebih sedikit (Jolliffe & Cadima, 2016), kelayakan datanya lazim diperiksa dengan uji Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan uji Bartlett, dan jumlah komponen dipertimbangkan melalui nilai eigen dan scree plot dengan rotasi Varimax untuk menyederhanakan penafsiran (Shrestha, 2021). Keandalan butir diperiksa dengan koefisien Cronbach's Alpha, tetapi nilai alpha yang tinggi hanya memberikan bukti reliabilitas yang terbatas dan tidak membuktikan bahwa suatu skala bersifat unidimensional (Taber, 2018).

Penentuan jumlah komponen dan ukuran sampel menuntut kehati-hatian dalam analisis struktur instrumen. Analisis paralel dalam bentuk aslinya terbukti lebih baik daripada berbagai variannya dalam simulasi, tetapi hasilnya sebaiknya dipandang sebagai rentang jumlah komponen yang masuk akal, bukan angka mutlak (Lim & Jahng, 2019). Analisis faktor eksploratori umumnya memerlukan sampel sekitar 100–200 pengamatan agar berkinerja baik, dan sampel yang kecil memperbesar risiko struktur yang tidak stabil (Jung et al., 2020). Hasil dari sampel terbatas karenanya perlu diperlakukan sebagai temuan eksploratori.

Penelitian terdahulu umumnya mengukur kondisi fisik tertentu, menilai kepuasan terhadap ruang, atau menguji pengaruh intervensi lingkungan, dan belum menelaah struktur komponen serta kualitas butir satu instrumen yang mencakup kondisi fisik, fasilitas, suasana, dan aksesibilitas

sekaligus. Sepengetahuan penulis berdasarkan penelusuran literatur yang dilakukan, kajian psikometrik semacam itu pada mahasiswa lintas fakultas di Indonesia belum banyak dilaporkan. Penelitian ini menawarkan kebaruan berupa evaluasi struktur komponen dan konsistensi internal kuesioner kenyamanan belajar mahasiswa dengan PCA berotasi Varimax dan Cronbach's Alpha pada data 80 responden dari tujuh fakultas, disertai tinjauan butir yang kurang membedakan komponen.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi komponen yang membentuk kenyamanan belajar mahasiswa di lingkungan kampus dan mengevaluasi apakah butir-butir kuesioner yang disusun mampu mengukur konstruk tersebut secara valid dan reliabel. Validitas dinilai melalui bukti struktur internal berdasarkan hasil PCA, sedangkan reliabilitas dinilai melalui konsistensi internal dengan Cronbach's Alpha. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar penyempurnaan instrumen sebelum digunakan pada sampel yang lebih luas.

METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis psikometrik eksploratif. Analisis ditujukan untuk menelaah struktur komponen dan kualitas butir kuesioner kenyamanan belajar mahasiswa di lingkungan kampus. Kualitas instrumen dievaluasi melalui bukti validitas berdasarkan struktur internal dan estimasi reliabilitas konsistensi internal, sehingga hasilnya bersifat eksploratif dan belum menjadi pengujian konfirmatori.

Pengumpulan data dilakukan secara daring pada 5–12 Oktober 2026 terhadap mahasiswa Universitas Negeri Medan. Responden berasal dari tujuh fakultas, yaitu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (25 responden), Fakultas Bahasa dan Seni (16 responden), Fakultas Ilmu Pendidikan (11 responden), Fakultas Ekonomi dan Bisnis (10 responden), Fakultas Ilmu Keolahragaan (8 responden), Fakultas Teknik (7 responden), dan Fakultas Ilmu Sosial (3 responden). Pengolahan dan analisis data dilakukan setelah seluruh tanggapan terkumpul.

Penelitian ini melibatkan 80 mahasiswa sebagai responden untuk mengevaluasi struktur komponen dan reliabilitas kuesioner kenyamanan belajar di lingkungan kampus. Pengambilan sampel menggunakan teknik non-probability sampling dengan pendekatan voluntary response sampling, yaitu partisipasi responden secara sukarela setelah memperoleh informasi mengenai penelitian. Kriteria responden adalah mahasiswa aktif Universitas Negeri Medan. Data dikumpulkan melalui kuesioner daring menggunakan Google Forms yang disebarakan secara terbuka, dan mahasiswa yang bersedia mengisi kuesioner secara mandiri menjadi responden. Responden yang terkumpul berasal dari tujuh fakultas, sebagaimana diuraikan sebelumnya. Data dari 80 responden digunakan untuk analisis Principal Component Analysis (PCA) dan pengujian reliabilitas internal instrumen.

Instrumen berupa kuesioner tertutup yang diisi sendiri oleh responden dan terdiri atas 20 pernyataan dengan lima pilihan jawaban, dari 1 (sangat tidak setuju) sampai 5 (sangat setuju). Seluruh pernyataan dirumuskan secara positif sehingga skor tidak perlu dibalik, dan skor yang lebih tinggi menunjukkan kenyamanan belajar yang lebih baik. Instrumen disusun dari empat dimensi dan penempatan butir pada dimensi didasarkan pada isi pernyataan, bukan pada hasil analisis. Dimensi kondisi lingkungan belajar (Q1–Q5) mengukur pencahayaan, suhu, sirkulasi udara, kebersihan, dan luas area ruang belajar. Dimensi fasilitas belajar (Q6–Q10) mengukur akses internet, ketersediaan stop kontak, peralatan penyampaian materi, kenyamanan meja dan kursi, serta kondisi fasilitas pembelajaran. Dimensi suasana belajar (Q11–Q15) mengukur tingkat kebisingan, gangguan aktivitas orang lain, ketertiban, ketenangan, dan interaksi antarmahasiswa, sedangkan dimensi aksesibilitas ruang belajar (Q16–Q20) mengukur kemudahan menemukan, menjangkau, memperoleh, dan menggunakan ruang belajar serta kecukupan ruang yang tersedia. Kualitas instrumen dijamin melalui dua langkah. Bukti validitas diperoleh dari struktur internal instrumen melalui Principal Component Analysis (PCA) dengan rotasi Varimax dan evaluasi loading setiap butir, sedangkan reliabilitas diestimasi sebagai konsistensi internal dengan koefisien Cronbach's Alpha.

Analisis data dilakukan dengan program R menggunakan paket psych untuk uji kelayakan, PCA, parallel analysis, dan reliabilitas. Statistik deskriptif berupa rata-rata dan simpangan baku dihitung untuk setiap butir. Kelayakan data untuk PCA diuji dengan Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) dan uji

sphericity Bartlett. Data dinilai layak apabila nilai KMO minimal 0,50, nilai measure of sampling adequacy (MSA) setiap butir minimal 0,50, dan uji Bartlett signifikan pada taraf 5%. PCA dilakukan pada matriks korelasi dengan rotasi Varimax. Jumlah komponen awal ditetapkan berdasarkan nilai eigen lebih dari 1, kemudian dibandingkan dengan hasil parallel analysis dan scree plot, kesesuaiannya dengan empat dimensi rancangan, serta kemudahan penafsiran hasil rotasi. Kualitas butir dievaluasi dari loading utama dan selisihnya dengan loading tertinggi kedua. Butir ditinjau apabila loading utamanya kurang dari 0,40, yang menandakan loading rendah, atau selisihnya kurang dari 0,20, yang menandakan indikasi cross-loading. Butir yang ditinjau diperiksa isi pernyataan dan loading lengkapnya, kemudian dikeluarkan secara sementara dan PCA diulang pada butir yang tersisa untuk menilai perubahan struktur komponen dan proporsi varians yang dijelaskan. Reliabilitas konsistensi internal diestimasi dengan Cronbach's Alpha untuk setiap komponen pada struktur akhir hasil PCA ulang dan untuk seluruh butir yang dipertahankan. Nilai alpha minimal 0,70 dikategorikan dapat diterima. Mengingat alpha yang tinggi tidak membuktikan bahwa suatu skala bersifat unidimensional, hasil reliabilitas ditafsirkan bersama hasil PCA dan tidak berdiri sendiri sebagai bukti kualitas instrumen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Statistik deskriptif

Data diperoleh dari 80 responden dengan 20 butir pernyataan tanpa nilai hilang. Rata-rata butir berkisar 3,475 (Q12) sampai 4,075 (Q4) pada skala 1–5, dengan simpangan baku 0,68–1,21. Jawaban paling beragam pada Q2 (SD = 1,21), Q12 (1,10), dan Q3 (1,03). Rata-rata yang relatif tinggi pada hampir semua butir menunjukkan responden cenderung menilai lingkungan kampus nyaman, sehingga variasi jawaban perlu dicermati dalam evaluasi instrumen.

Kelayakan data

Hasil uji kelayakan disajikan pada Tabel 1. Nilai KMO keseluruhan sebesar 0,862 dan MSA setiap butir berada pada 0,77 (Q2) sampai 0,95 (Q5), seluruhnya di atas batas 0,50. Uji Bartlett signifikan ($p < 0,001$), yang berarti matriks korelasi berbeda dari matriks identitas. Dengan demikian data layak dianalisis dengan PCA.

Tabel 1. Hasil uji kelayakan data

Pengujian	Hasil	Keterangan
KMO keseluruhan	0,862	Memadai
MSA per butir	0,77–0,95	Seluruh butir $\geq 0,50$
Bartlett χ^2 (df = 190)	1.082,776	$p < 0,001$

Jumlah komponen awal

Empat nilai eigen pertama masing-masing 9,123; 1,957; 1,401; dan 1,122, sedangkan nilai eigen kelima 0,962. Berdasarkan kriteria eigenvalue > 1 , diperoleh empat komponen. Namun, nilai eigen keempat hanya sedikit di atas 1, dan parallel analysis menyarankan dua komponen karena hanya dua nilai eigen data aktual yang melampaui data acak. Empat komponen pada PCA awal menjelaskan 68,0% varians setelah rotasi Varimax (Tabel 2). Perbedaan antara empat dan dua komponen menunjukkan bahwa jumlah komponen tidak dapat ditetapkan hanya dari satu kriteria, sehingga pola loading dan isi butir ikut dipertimbangkan.

Tabel 2. Varians yang dijelaskan PCA awal setelah rotasi Varimax

Komponen	Proporsi varians	Kumulatif
RC1	22,4%	22,4%
RC2	19,9%	42,3%
RC3	13,2%	55,4%
RC4	12,6%	68,0%

Evaluasi butir

Butir dipertahankan jika loading tertinggi $\geq 0,40$ dan selisihnya dengan loading tertinggi kedua $\geq 0,20$. Seperti terlihat pada Tabel 3, enam butir (Q5, Q7, Q9, Q14, Q15, Q17) tidak memenuhi

kriteria selisih. Loading tertinggi keenamnya 0,507–0,621, di atas 0,40, tetapi dekat dengan loading kedua, sehingga pemisahan komponennya kurang jelas. Q5 dan Q14 paling bermasalah dengan selisih 0,021 dan 0,042.

Tabel 3. Butir yang ditinjau pada PCA awal

Butir	Loading tertinggi	Loading kedua	Selisih
Q5	0,507	0,486	0,021
Q7	0,589	0,482	0,107
Q9	0,601	0,410	0,191
Q14	0,553	0,511	0,042
Q15	0,621	0,518	0,103
Q17	0,595	0,464	0,132

Keenam butir dikeluarkan sementara untuk menguji perubahan struktur, sehingga 14 butir tersisa. Pengeluaran ini bersifat analitis dan belum merupakan keputusan akhir.

PCA ulang

PCA pada 14 butir menghasilkan tiga komponen dengan varians kumulatif 65,4% (RC1 28,2%; RC2 23,5%; RC3 13,7%). Tabel 4 menunjukkan susunan komponennya:

- RC1 memuat delapan butir: Q2, Q3, Q4, Q8, Q10, Q11, Q12, Q13.
- RC2 memuat empat butir: Q16, Q18, Q19, Q20.
- RC3 memuat dua butir: Q1 dan Q6.

Q2 dan Q3, yang pada PCA awal membentuk komponen tersendiri bersama Q7, kini bergabung ke RC1. Sebagian butir masih menunjukkan cross-loading: Q4, Q12, dan Q13 memiliki selisih loading 0,141; 0,179; dan 0,180, di bawah 0,20.

Tabel 4. Loading Varimax pada 14 butir setelah pengeluaran butir

Butir	RC1	RC2	RC3	Selisih
Q2	0,77	0,11	0,05	0,66
Q3	0,78	0,14	0,12	0,64
Q4	0,50	0,36	0,34	0,14
Q8	0,67	0,15	0,36	0,31
Q10	0,77	0,30	0,16	0,47
Q11	0,68	0,02	0,20	0,48
Q12	0,61	0,44	-0,19	0,18
Q13	0,62	0,44	0,08	0,18
Q16	0,21	0,74	0,15	0,53
Q18	0,17	0,89	0,09	0,72
Q19	0,23	0,69	0,42	0,28
Q20	0,15	0,85	0,28	0,57
Q1	0,07	0,20	0,85	0,65
Q6	0,25	0,23	0,75	0,50

Reliabilitas

Cronbach's Alpha dihitung berdasarkan struktur tiga komponen pada Tabel 4 (Tabel 5). RC1 dan RC2 menunjukkan konsistensi internal yang baik (0,867 dan 0,877), sedangkan RC3 tepat pada batas minimum 0,70 dengan korelasi antarbutir 0,54. Alpha keseluruhan 14 butir adalah 0,897.

Tabel 5. Cronbach's Alpha menurut struktur tiga komponen

Komponen	Butir	Jumlah butir	Alpha
RC1	Q2, Q3, Q4, Q8, Q10, Q11, Q12, Q13	8	0,867
RC2	Q16, Q18, Q19, Q20	4	0,877

Komponen	Butir	Jumlah butir	Alpha
RC3	Q1, Q6	2	0,700
Seluruh butir	14 butir	14	0,897

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa data layak dianalisis dengan PCA (Tabel 1), tetapi kelayakan ini belum membuktikan bahwa butir valid atau struktur komponennya sesuai konstruk kenyamanan belajar. Rata-rata jawaban yang relatif tinggi menunjukkan responden cenderung menilai lingkungan kampus nyaman, dengan variasi jawaban paling besar pada Q2, Q12, dan Q3. Penilaian kualitas instrumen karena itu perlu melihat loading, hubungan antarbutir, dan kesesuaian isi pernyataan dengan dimensi teoretis, bukan hanya rata-rata jawaban.

Jumlah komponen yang dipertahankan bergantung pada kriteria yang dipakai. Kriteria eigenvalue > 1 menghasilkan empat komponen, parallel analysis menyarankan dua komponen (Gambar 1), dan PCA ulang pada 14 butir menghasilkan tiga komponen (Tabel 4). Nilai eigen keempat (1,122) hanya sedikit di atas 1, dan analisis paralel lebih tepat dipandang sebagai rentang jumlah komponen yang masuk akal daripada angka mutlak (Lim & Jahng, 2019). Perubahan jumlah komponen setelah butir dikeluarkan juga menunjukkan bahwa struktur komponen sensitif terhadap komposisi butir. Struktur tiga komponen karena itu belum dapat dianggap final.

Enam butir (Q5, Q7, Q9, Q14, Q15, dan Q17) dikeluarkan sementara karena selisih loading di bawah 0,20 (Tabel 3), bukan karena loading utamanya rendah (0,507–0,621). Q5 dan Q14 memiliki selisih terkecil (0,021 dan 0,042), yang berarti keduanya berkaitan hampir sama kuat dengan dua komponen. Keputusan ini perlu dipertimbangkan bersama isi pernyataan. Setiap indikator pada instrumen diwakili satu butir, sehingga pengeluaran keenam butir ini berarti indikator luas area (Q5), stop kontak (Q7), meja dan kursi (Q9), ketenangan (Q14), interaksi antarmahasiswa (Q15), dan kemudahan menjangkau ruang belajar (Q17) tidak lagi terwakili. Pengeluaran butir hanya karena pola statistik dapat mengurangi cakupan konstruk, sehingga keenam butir sebaiknya direvisi atau diuji ulang pada sampel lain, bukan langsung dihapus dari instrumen.

Temuan utama penelitian ini adalah bahwa struktur empirik tidak mereplikasi empat dimensi rancangan. Hanya komponen kedua (Q16, Q18, Q19, Q20) yang selaras dengan satu dimensi, yaitu aksesibilitas ruang belajar. Komponen pertama menggabungkan butir kondisi lingkungan (suhu, sirkulasi udara, kebersihan), fasilitas (peralatan penyampaian materi, kondisi fasilitas), dan suasana belajar (kebisingan, gangguan aktivitas, ketertiban). Komponen ketiga menggabungkan pencahayaan (Q1) dan akses internet (Q6), yang sulit dijelaskan sebagai satu konstruk. Q2 dan Q3, yang pada PCA awal membentuk komponen sendiri bersama Q7, bergabung ke komponen pertama setelah keenam butir dikeluarkan. Hasil ini sejalan dengan temuan bahwa kenyamanan belajar bersifat multidimensi dan mencakup aspek fisik, fasilitas, suasana, serta akses ke ruang (Niu et al., 2024). Penggabungan aspek fisik, fasilitas, dan suasana pada komponen pertama dapat berarti responden menilai kenyamanan ruang belajar sebagai kesan umum, bukan sebagai dimensi yang terpisah. Dugaan ini perlu diuji pada sampel yang lebih besar.

Struktur tiga komponen juga belum bersih dari cross-loading. Q4, Q12, dan Q13 masih memiliki selisih loading di bawah 0,20 (0,14; 0,18; dan 0,18), sedangkan Q2 dan Q3 memiliki selisih yang jelas lebih besar (0,66 dan 0,64) sehingga kontribusinya pada komponen pertama relatif tegas. Pengeluaran enam butir karena itu belum sepenuhnya menghasilkan struktur yang memenuhi seluruh kriteria loading, dan evaluasi berikutnya perlu difokuskan pada Q4, Q12, dan Q13.

Dari sisi reliabilitas, komponen pertama dan kedua menunjukkan konsistensi internal yang baik (alpha 0,867 dan 0,877; Tabel 5). Komponen ketiga bernilai 0,700, tepat pada batas minimum. Komponen ini hanya terdiri atas dua butir dengan korelasi antarbutir 0,54, sehingga reliabilitasnya perlu ditafsirkan hati-hati. Alpha keseluruhan sebesar 0,897 menunjukkan konsistensi internal yang tinggi, tetapi alpha yang tinggi hanya memberikan bukti reliabilitas yang terbatas dan tidak membuktikan bahwa instrumen unidimensional (Taber, 2018). Karena instrumen terdiri atas tiga komponen, penafsiran reliabilitas lebih tepat dilakukan pada tingkat komponen.

Hasil penelitian ini bersifat eksploratif dan perlu ditafsirkan hati-hati. Sampel 80 responden berada di bawah kisaran 100–200 pengamatan yang umumnya disarankan untuk analisis eksploratori, dan sampel yang kecil memperbesar risiko struktur yang tidak stabil (Jung et al., 2020). Pengambilan sampel bersifat sukarela dan sebaran antarfakultas tidak seimbang (FMIPA 25 responden, Fakultas Ilmu Sosial 3 responden), sehingga hasil belum dapat digeneralisasi ke seluruh mahasiswa. Secara teoretis, dimensi kenyamanan belajar perlu dirumuskan ulang atau diuji secara konfirmatori pada sampel yang lebih besar. Secara praktis, instrumen perlu direvisi sebelum digunakan lebih luas, terutama pada butir yang masih menunjukkan cross-loading, indikator yang hilang akibat pengeluaran butir, dan komponen yang hanya terdiri atas dua butir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini mengidentifikasi struktur komponen dan mengevaluasi kualitas butir kuesioner kenyamanan belajar mahasiswa pada 80 responden. Data layak untuk PCA, dan analisis menghasilkan tiga komponen setelah enam butir dengan selisih loading kurang dari 0,20 dikeluarkan sementara. Struktur empirik ini belum mereplikasi empat dimensi rancangan, karena hanya komponen aksesibilitas ruang belajar yang selaras dengan satu dimensi, sedangkan komponen lainnya memuat butir dari beberapa dimensi. Kuesioner menunjukkan konsistensi internal yang baik pada tingkat komponen dan keseluruhan, kecuali komponen dua butir yang hanya mencapai batas minimum. Bukti validitas berdasarkan struktur internal karena itu masih terbatas, dan hasilnya bersifat eksploratif mengingat sampel kecil yang diambil secara sukarela.

Saran

Instrumen perlu direvisi sebelum digunakan lebih luas, terutama pada Q4, Q12, dan Q13 yang masih menunjukkan cross-loading, serta pada keenam butir yang dikeluarkan sementara, yang sebaiknya direvisi atau diuji ulang karena mewakili indikator yang kini tidak terwakili. Dimensi dengan butir yang sedikit, seperti komponen ketiga yang hanya terdiri atas dua butir, sebaiknya diperkuat dengan butir tambahan agar reliabilitasnya lebih stabil. Jumlah responden sebanyak 80 orang perlu dipertimbangkan sebagai keterbatasan penelitian karena struktur komponen yang diperoleh berpotensi belum stabil. Oleh karena itu, hasil analisis ini bersifat eksploratif dan perlu diuji kembali menggunakan sampel yang lebih besar untuk menilai kestabilan struktur instrumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abay, S. K., Hamzah, B., & Mulyadi, R. (2022). Thermal sensation analysis in the building of Universitas Ichsan Gorontalo. *EPI International Journal of Engineering*, 5(1), 71–80.
- Ayodeji, O. A. (2021). Students' satisfaction with teaching spaces: Study of a state-owned university in Southwestern Nigeria. *Uniosun Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 3(2).
- Brink, H. W., Krijnen, W., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2023). Positive effects of indoor environmental conditions on students and their performance in higher education classrooms: A between-groups experiment. *Science of the Total Environment*, 869, Article 161813.
- Brink, H. W., Lechner, S. C. M., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. (2024). Understanding how indoor environmental classroom conditions influence academic performance in higher education. *Facilities*, 42(3–4), 185–200.
- Brink, H. W., Loomans, M. G. L. C., Mobach, M. P., & Kort, H. S. M. (2021). Classrooms' indoor environmental conditions affecting the academic achievement of students and teachers in higher education: A systematic literature review. *Indoor Air*, 31(2), 405–425.
- Castro-Martínez, J. A., Chavarría Roa, J., Parra Benítez, A., & González, S. (2016). Effects of classroom-acoustic change on the attention level of university students. *Interdisciplinaria*, 33(2), 201–214.
- Custódio, D. A., Ghisi, E., & Rupp, R. F. (2024). Thermal comfort in university classrooms in humid

- subtropical climate: Field study during all seasons. *Building and Environment*, 258, Article 111644.
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2065), Article 20150202.
- Jung, S., Seo, D. G., & Park, J. (2020). Regularized exploratory bifactor analysis with small sample sizes. *Frontiers in Psychology*, 11, Article 507.
- Lim, S., & Jahng, S. (2019). Determining the number of factors using parallel analysis and its recent variants. *Psychological Methods*, 24(4), 452–467.
- Masruri, A. A., & Patradhiani, R. (2019). Faktor ergonomi terkait kenyamanan ruang kelas Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang. *Integrasi: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 4(1), 40–48.
- Munonye, C. C., & Ji, Y. (2019). Rating the components of indoor environmental quality in students' classrooms in warm humid climate of Uli, Nigeria. *African Journal of Environmental Research*, 1(2), 118–129.
- Niu, C., Zhou, C., Huang, Q., Wang, M., Chen, Y., Huo, Y., Lie, S., & Zhou, J. (2024). An analysis of satisfaction with university library learning spaces based on SPSS regression model. In *Proceedings of the 2024 3rd International Conference on Information Economy, Data Modelling and Cloud Computing (ICIDC 2024)* (pp. 228–239). Atlantis Press.
- Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4–11.
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48(6), 1273–1296.