

Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Translasi Representasi Matematis Mahasiswa Pada Materi Program Linear

Khairunnisa^{1*}, Darhim², Nanang Priatna³, Dadang Juandi⁴

¹Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Indonesia

^{1,2,3,4}Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Des 30, 2022

Revised Jan 7, 2023

Accepted Mar 20, 2023

Kata Kunci:

Translasi Representasi,
Instrumen
Representasi,
Program Linear,
Pengembangan Tes

Keywords:

Translation
Representation,
Representation
Instrument,
Linear Programming,
Test Development

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan tes kemampuan translasi representasi matematis mahasiswa pendidikan matematika pada materi program linear. Metode penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan instrumen menggunakan tujuh langkah dalam mengembangkan tes. Tahapan penelitian yang terdiri dari preliminier, evaluasi dan revisi, serta konfirmasi merupakan adaptasi dari tujuh langkah tersebut. Tahap preliminier memuat empat langkah pertama, yaitu mendefinisikan konstruk yang diukur, mendefinisikan populasi target, mengkaji tes-tes yang berkaitan, dan mengembangkan prototipe. Tahap kedua memuat langkah ke lima dan ke enam; mengevaluasi prototipe, memperbaiki tes. Tahap konfirmasi memuat langkah ketujuh, mengumpulkan bukti yang mendukung reliabilitas dan validitas instrumen. Pada tahap evaluasi dan revisi terdapat validasi dari ahli yang data kuantitatifnya dianalisis dengan metode Gregory dan data uji coba lapangan diolah dengan aplikasi winstep. Pengolahan data dari uji lapangan menghasilkan satu indikator tidak dapat digunakan untuk mengukur kemampuan translasi pada indikator dari representasi verbal ke representasi simbolis. Produk akhir berupa instrumen kemampuan translasi representasi matematis mahasiswa yang terdiri dari empat buah soal uraian. Materi program linear mencakup pemodelan program linear, penyelesaian program linear menggunakan metode grafik dan simpleks, primal dan dual, serta kasus khusus pada program linear dengan delapan indikator.

ABSTRACT

This study aims to develop a test of the translation ability of the mathematical representation of mathematics education students on linear programming material. The research and development method for producing the instrument uses the seven steps in developing the test. The research stages, which consist of preliminary, evaluation and revision, and confirmation, are adaptations of the seven steps. The preliminary stage contains first four steps: defining the measured construct, defining the target population, studying related tests, and developing prototypes. The second stage contains the fifth and sixth steps: evaluating the prototype and improving the test. The confirmation stage has the seventh step, collecting evidence supporting the instrument's reliability and validity. At the evaluation and revision stages, there is validation from experts whose quantitative data is analyzed using the Gregory method, and field trial data is processed with the winstep application. Data processing from the field test resulted in one indicator that could not be used to measure the translation ability of the indicator from verbal representation to symbolic representation. The final product is an instrument for students' mathematical representation translation ability, consisting of four essay questions. Linear programming material includes linear program modeling, solving linear programs using graphical and simplex, primal and dual methods, and special cases in linear programming with eight indicators.

Copyright © 2023 JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)
All rights reserved.



Corresponding Author:

Khairunnisa

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta,

Jl. Ir H. Juanda No.95, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia

Email: khairunnisa@uinjkt.ac.id

How to Cite:

Khairunnisa, K., Darhim, D., Priatna, N., & Juandi, D. (2023). Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Translasi Representasi Matematis Mahasiswa Pada Materi Program Linear. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 7(2), 240-239.

Pendahuluan

Objek dalam pembelajaran matematika yang berupa fakta, konsep, operasi, dan prinsip (Begle, [1979](#)) dapat dijangkau melalui representasi (Hitt, [2002](#)) sehingga kemampuan representasi merupakan inti dari pemahaman dalam matematika. Menurut Panasuk ([Panasuk, 2011](#)), representasi dapat digolongkan menjadi representasi visual (gambar, diagram, grafik atau tabel), representasi simbolis (pernyataan matematis/notasi matematik, numerik/symbol aljabar), dan representasi verbal (teks tertulis atau terucap). Representasi ini dapat digunakan bersama-sama ataupun terpisah ([Skemp, 1987](#)).

Suatu representasi yang diubah ke representasi lainnya disebut translasi (Adu-Gyamfi et al., [2019](#); Bossé et al., [2011](#); Lesh et al., [1987](#); Monika et al., [2015](#); Nizaruddin et al., [2020](#)). Translasi merupakan perubahan suatu representasi ke bentuk representasi yang berbeda, sebagai contoh dari representasi visual ke representasi simbolis, sedangkan transformasi merupakan perubahan suatu representasi ke bentuk representasi yang sama, sebagai contoh dari representasi visual ke representasi visual misalnya berupa perubahan unit satuan. Pada bahasan ini, translasi representasi yang digunakan merupakan perubahan suatu representasi ke representasi lainnya baik itu bentuk yang berbeda ataupun sama.

Program Linear merupakan mata kuliah yang salah satu luarannya berupa mahasiswa dapat menggunakan metode aljabar dan grafik untuk menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari. Masalah yang diberikan umumnya berupa soal cerita yang kemudian diubah menjadi bentuk matematika sehingga dapat diselesaikan secara matematis. Kemudian, hasil penyelesaiannya dinyatakan kembali dalam bentuk kalimat sebagai usulan untuk pembuat keputusan, sehingga, pada penyelesaian masalah program linear terjadi beberapa kali perubahan antar representasi.

Pemberian tes kemampuan translasi representasi matematis pada mahasiswa merupakan upaya untuk mengetahui pencapaian tiap individu pada kemampuan tersebut yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perbaikan dalam perkuliahan ataupun sebagai deskripsi kemampuan mahasiswa terutama mahasiswa

pendidikan matematika sebagai calon guru matematika. Dengan demikian, dibutuhkan seperangkat tes yang valid dan reliabel sehingga data yang diperoleh melalui tes tersebut juga memberikan informasi yang akurat. Tugas mengembangkan suatu tes baru merupakan proses kompleks dan sukar yang membutuhkan pengetahuan dalam pengukuran pendidikan dan psikologi (Gall et al., 2003). Maka dari itu, penelitian ini menitikberatkan pada pengembangan tes kemampuan translasi representasi matematis mahasiswa yang jumlah penelitiannya masih belum banyak dijumpai.

Metode

Penelitian dan pengembangan merupakan metode yang dipilih untuk menghasilkan instrumen tes kemampuan translasi representasi matematis ini. Tahapan kegiatan terdiri dari langkah-langkah yang mengacu pada ajuan Gall, Borg, dan Gall dalam mengembangkan tes (Gall et al., 2003). Langkah-langkah tersebut terdiri dari mendefinisikan konstruk yang diukur, mendefinisikan populasi target, mengkaji tes-tes yang berkaitan, mengembangkan prototipe, mengevaluasi prototipe, memperbaiki tes, dan pengumpulan bukti yang mendukung reliabilitas skor tes dan validitas kesimpulan yang dibuat berdasarkan skor tersebut. Tujuh langkah dari Borg dan Gall diadaptasi menjadi tiga tahap kegiatan yaitu preliminier, evaluasi dan revisi, serta konfirmasi.

Tahap preliminier meliputi empat langkah pertama Borg dan Gall yaitu mendefinisikan konstruk yang diukur, mendefinisikan populasi target, mengkaji tes-tes yang berkaitan, dan mengembangkan prototipe. Mendefinisikan konstruk yang diukur berupa membuat konstruk yang berdasarkan landasan teoretis yang didapat dari kajian literatur ataupun penelitian terdahulu yang relevan. Mendefinisikan populasi target berupa memperinci populasi target sehingga mendapatkan karakteristiknya untuk dapat dipertimbangkan dalam proses pembuatan tes. Pada penelitian ini populasi yang digunakan merupakan populasi terjangkau atau *accessible population* (Gall et al., 2003). Mengkaji tes-tes yang berkaitan atau tes-tes yang konstruksya serupa dapat memicu ide-ide sehingga pada langkah ini dapat diputuskan format tes dan metode validitasnya. Mengembangkan prototipe berupa menyiapkan versi pendahuluan dari tes atau prototipe yang dalam pembuatannya dapat menggunakan panduan penulisan butir tes yang terpublikasi. Pada langkah ini, peneliti menambahkan langkah penyelesaian dan kata kunci jawaban serta pembuatan rubrik penskoran yang menjadi rujukan dalam memeriksa hasil tes.

Tahap evaluasi dan revisi meliputi langkah mengevaluasi prototipe dan memperbaiki tes. Langkah mengevaluasi prototipe berupa prototipe mendapatkan tinjauan kritis dari para ahli pengembangan tes dan konstruk yang diukur untuk kemudian diuji lapangan pada sampel dari populasi target dan hasilnya dianalisis

untuk menentukan kesukaran, validitas, dan reliabilitas butir tes. Tambahan dari peneliti pada langkah ini berupa uji keterbacaan pada sampel populasi target sebelum diberikan pada para ahli. Uji keterbacaan berupa memastikan data dari sampel yang mengerjakan prototipe tes sesuai dengan arah data yang dibutuhkan dan mendapat estimasi waktu penyelesaian tes.

Tinjauan kritis atau validasi pakar, selain menghasilkan kritik dan saran dari para ahli juga data kuantitatif berupa penilaian dikotomi yaitu valid atau tidak valid untuk pernyataan-pernyataan mengenai aspek bahasa dan isi. Prototipe valid pada aspek bahasa dimaknai para ahli bersepakat bahwa bahasa dalam prototipe sesuai untuk mengukur kemampuan translasi representasi matematis, sedangkan valid pada aspek isi dimaknai para ahli bersepakat situasi atau pertanyaan pada prototipe sesuai untuk mengukur kemampuan translasi representasi matematis. Alat analisis data kuantitatif ini menggunakan metode Gregory (2013) yang diperluas (Retnawati, 2016). Kategori indeks kesepakatan ahli terdiri dari tiga yaitu validitas rendah, sedang, dan tinggi dengan rentang koefisien berturut-turut kurang dari 0,4, di antara 0,4-0,8, dan lebih dari 0,8 (Retnawati, 2016).

Prototipe yang memiliki indeks kesepakatan ahli pada validitas sedang atau tinggi dapat diuji lapangan pada sampel. Kemudian, data yang didapatkan dari uji lapangan ini dianalisis secara butir dan instrumen dengan menggunakan aplikasi winstep. Analisis butir bertujuan mendapatkan informasi tingkat kesukaran butir dan butir yang sesuai (*item fit*), yaitu yang memenuhi nilai *meansquare* atau *outfit mnsq* antara 0,5 dan 2, nilai *z standard* antara -2 dengan 2, atau nilai *point measure correlation* yang lebih dari 0,4 (Boone et al., 2014). Analisis instrumen terdiri dari informasi nilai rata-rata (*mean*), simpangan baku (S.D.) indeks separasi butir dan *person*, indeks reliabilitas butir dan *person*, serta nilai alfa cronbach (Sumintono & Widhiarso, 2015). Prototipe dapat digunakan apabila nilai alfa cronbachnya lebih dari atau sama dengan 0,7 (Taber, 2018).

Langkah keenam memperbaiki tes menurut Gall dkk. (2003) berupa prototipe tes diperbaiki kemudian diuji lapangan kembali versi perbaikannya dengan siklus uji lapangan dan revisi dapat diulangi beberapa kali. Pada penelitian ini, prototipe tes direvisi setelah uji keterbacaan, usai mendapat tinjauan kritis dari para ahli, dan setelah uji lapangan. Pengujian lapangan kembali dari versi perbaikan tidak dilakukan apabila butir yang tersedia telah dapat mengukur kemampuan translasi representasi matematis mahasiswa.

Tahap berikutnya adalah tahap konfirmasi yang mencakup langkah terakhir atau langkah ketujuh pengembangan tes versi Gall dkk (2003) yaitu mengumpulkan bukti yang mendukung validitas dan reliabilitas instrumen tes. Pada tahap ini berupa uji lapangan dari instrumen revisi terakhir yang dihasilkan dari tahap

evaluasi dan revisi. Kemudian data dari uji lapangan kembali analisis baik secara butir maupun instrumen. Selain itu, hasil analisis data dari uji lapangan juga dapat dikonfirmasi dengan hasil penelitian yang relevan.

Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menguraikan hasil dan pembahasan penelitian pengembangan instrumen tes kemampuan translasi representasi matematis mahasiswa. Penyampaian terdiri dari tiga bagian, tahap preliminier, tahap evaluasi dan revisi, dan tahap konfirmasi.

Tahap Preliminier

Kemampuan translasi representasi matematis, yang menjadi konstruk, didefinisikan sebagai kemampuan dalam mengubah suatu representasi sebagai sumber ke representasi lainnya sebagai target (Adu-Gyamfi et al., [2019](#); Bossé et al., [2011](#); Duval, [2002](#); Hidayati et al., [2014](#); Lesh et al., [1987](#); Monika et al., [2015](#); Nizaruddin et al., [2020](#)) dengan representasi baik sumber maupun target berupa representasi visual, verbal, dan simbolis (Panasuk, [2011](#)). Jadi kemampuan translasi representasi matematis (KTRM) dalam penelitian ini diukur menggunakan sembilan indikator dengan representasi visual(V), verbal (R), dan simbolis(M) sebagai representasi sumber dan representasi target, yaitu: translasi VV (dapat juga dibaca dari representasi visual ke representasi visual), VR, VM, RV, RR, RM, MV, MR, dan MM.

Populasi target merupakan mahasiswa pada program studi pendidikan matematika yang telah mendapatkan perkuliahan program linear dengan materi model matematika program linear, penyelesaian masalah program linear dengan metode grafik dengan uji titik pojok dan metode simpleks, kasus khusus pada program linear, serta analisis primal dan dual. Untuk memudahkan mendapatkan sampel penelitian, karakteristik dari populasi target diterapkan pada populasi terjangkau yaitu mahasiswa yang memiliki karakteristik yang diinginkan dan terjangkau untuk diambil datanya.

Tes untuk mengukur perubahan suatu representasi ke representasi lainnya pada penelitian Sundawan dan Nopriana ([2019](#)) serta Ningtyas, Fuad, dan Lukito ([2019](#)) menggunakan satu butir tes untuk satu indikator. Pada penelitian Anwar dan Rahmawati ([2017](#)), Yekti ([2018](#)), serta Amaliyah dan Mahmud ([2018](#)) menggunakan satu situasi atau satu soal untuk mendapatkan data beberapa indikator. Satu soal tersebut memuat beberapa tahapan, yaitu tahapan pemecahan masalah (Anwar & Rahmawati, [2017](#); Yekti, [2018](#)) dan tahapan pemodelan (Amaliyah AR & Mahmud, [2018](#)). Pada tiap tahapan tersebut didapatkan indikator tertentu. Berdasarkan kajian tes-tes yang berkaitan, format tes yang dipilih berupa satu soal yang dapat memuat beberapa indikator sesuai dengan tahap penyelesaian soal. Soal berbentuk uraian dan perlu divalidasi dari aspek bahasa (muka) dan isi.

Langkah berikutnya adalah mengembangkan prototipe. Dengan mengacu pada indikator KTRM, dirancanglah butir-butir soal yang digunakan untuk mengukur KTRM. Tabel 1 menampilkan indikator yang digunakan.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Translasi Matematis

No.	Indikator	Lambang
1.	Mampu mengubah representasi visual ke representasi visual lainnya	VV
2.	Mampu mengubah representasi visual ke representasi verbal	VR
3.	Mampu mengubah representasi visual ke representasi simbolis	VM
4.	Mampu mengubah representasi verbal ke representasi visual	RV
5.	Mampu mengubah representasi verbal ke representasi verbal	RR
6.	Mampu mengubah representasi verbal ke representasi simbolis	RM
7.	Mampu mengubah representasi simbolis ke representasi visual	MV
8.	Mampu mengubah representasi simbolis ke representasi verbal	MR
9.	Mampu mengubah representasi simbolis ke representasi simbolis	MM

Materi program linear yang digunakan untuk mengukur KTRM meliputi model matematika, metode uji titik pojok, metode simpleks, primal dan dual, serta kasus khusus pada program linear. Keberadaan indikator KTRM dalam materi tersebut ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Keberadaan Indikator KTRM pada Materi PL

Indikator	Membentuk model matematika dari suatu permasalahan PL	Menggunakan metode uji titik pojok untuk menentukan solusi optimal dari masalah PL	Menggunakan metode simpleks untuk menentukan solusi optimal dari masalah PL	Menggunakan primal untuk membentuk dual	Menentukan suatu kasus khusus pada program linear
VV		√	√		√
VR		√	√	√	√
VM	√	√	√	√	√
RV	√	√	√	√	√
RR	√	√		√	√
RM	√		√	√	√
MV		√	√	√	√
MR	√		√	√	√
MM	√		√	√	

Tabel 1 menunjukkan prototipe tes yang memuat lima capaian pembelajaran disusun ke dalam empat buah soal. Nomor satu memuat kemampuan membentuk model matematika, menggunakan uji titik pokok, dan menentukan kasus khusus. Nomor dua memuat kemampuan menggunakan metode simpleks. Nomor tiga memuat kemampuan membentuk model matematika dan membentuk dual dari primal. Nomor empat memuat kemampuan menentukan suatu kasus khusus pada program linear.

Soal nomor satu terdiri dari tiga sub soal yang memuat indikator RV, RR, RM, VR, VM, MV, dan MR. Soal nomor dua memuat indikator MV, VV, VM, dan VR. Soal nomor tiga terdiri dua sub soal yang memuat indikator RV, RM, VM, RR, dan MM. Soal nomor empat memuat RR, RV, dan VR. Keberadaan indikator pada soal dapat diringkas dalam Tabel 3.

Tabel 3. Indikator KTRM dalam Prototipe 1

Indikator	Nomor 1 (3 sub soal)	Nomor 2	Nomor 3 (2 subsoal)	Nomor 4
VV		√		
VR	√	√		√
VM	√	√	√	√
RV	√		√	
RR	√		√	√
RM	√		√	
MV	√	√		
MR	√			
MM			√	

Berdasarkan tabel 3, soal dan sub soal disusunlah jawaban, kemudian dari tiap jawaban tersebut ditentukan skor tiap soal dan sub soal. Jawaban dan skor tiap soal dan sub soal merupakan acuan saat pemeriksaan hasil pekerjaan/jawaban mahasiswa terhadap instrumen KTRM yang diberikan. Skor penilaian terdiri dari 1, 2, 3, dan 4, dengan mendapat empat apabila jawaban lengkap dan benar. Pada tahap ini dihasilkan prototipe I instrumen tes KTRM mahasiswa.

Tahap Evaluasi dan Revisi

Uji keterbacaan prototipe I instrumen tes KTRM diberikan pada empat mahasiswa di suatu perguruan tinggi di Jakarta yang memenuhi karakteristik populasi terjangkau dengan dua mahasiswa berkemampuan tinggi dan dua orang berkemampuan sedang berdasarkan nilai mata kuliah Program Linearnya. Uji keterbacaan dilaksanakan pada bulan Juli tahun 2019 pukul 13.30 dengan waktu 90 menit. Pukul 15.00, dua mahasiswa menyerahkan jawabannya dan dua lagi menyusul sepuluh menit kemudian.

Dari hasil uji keterbacaan tersebut, dapat ditemukan masalah pada jawaban dari prototipe I. Soal pertama, mahasiswa diminta untuk membuat model matematika program linear dari situasi yang diberikan dalam bentuk uraian. Mahasiswa yang salah dalam membuat model maka salah pula dalam membuat representasi visual yang pada akhirnya membuat kesalahan pada kesimpulan yang berupa representasi verbal. Soal pertama ini, hanya ada satu mahasiswa yang mampu menjawab dengan benar dan lengkap serta tampilan representasinya sesuai dengan yang diharapkan, dua lainnya menjawab benar walaupun ada yang tidak sesuai

representasinya, sedangkan yang keempat memberikan jawaban yang salah dan representasi yang tidak sesuai dengan yang diharapkan.

Soal dan sub soal yang respons mahasiswanya tidak sesuai dengan yang diharapkan diperbaiki. Sub soal yang bertingkat dihilangkan untuk mengurangi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah PL yang disebabkan kesalahan dari jawaban sebelumnya. Instrumen yang tadinya hanya berupa representasi verbal dan simbolis ditambahkan dengan soal yang menampilkan representasi visual. Setiap soal sedikitnya memuat tiga indikator. Soal dalam bentuk visual memuat indikator VV, VM, dan VR. Soal dalam bentuk verbal memuat indikator RV, RM, dan RR. Soal dalam bentuk simbol memuat indikator MV, MM, dan MR. Rubrik penilaian juga diperbaiki dan skala penilaian diubah menjadi 0, 1, 2, 3, dan 4.

Instrumen yang semula terdiri dari 4 soal dengan nomor satu dan tiga memiliki sub soal diubah menjadi enam butir soal tanpa ada sub soal. Dua butir dengan tampilan verbal, dua butir tampilan visual, dan dua butir tampilan simbol. Nomor satu memuat kemampuan pemodelan, menggunakan uji titik pojok dan menentukan kasus khusus. Nomor dua memuat kemampuan pemodelan matematika dan menggunakan uji titik pojok. Nomor tiga memuat kemampuan menggunakan metode simpleks. Nomor empat memuat kemampuan menentukan kasus khusus pada program linear. Nomor lima memuat kemampuan membandingkan bentuk primal dan dual. Nomor enam memuat indikator baru yaitu kemampuan untuk analisis sensitivitas. Jadi, revisi dari prototipe I menghasilkan prototipe II.

Prototipe II Instrumen dinilai oleh tiga ahli yang mengampu mata kuliah Program Linear. Penilaian instrumen pada tahap ini terdiri dari validitas muka (bahasa) dan validitas isi. Kriteria valid pada validitas muka adalah menggunakan bahasa yang baku, redaksional yang jelas, tidak menimbulkan makna ganda, sedangkan kriteria valid pada validitas isi adalah kesesuaian soal untuk mengukur indikator yang digunakan. Skor yang digunakan ialah nol (0) untuk menyatakan tidak valid dan satu (1) untuk menyatakan valid. Penyerahan instrumen penelitian kepada para ahli dilaksanakan pada pekan pertama bulan September 2020 dan selesai divalidasi hampir secara bersamaan pada pekan yang sama.

Hasil dari para ahli kemudian dicari nilai koefisien validitasnya dengan menggunakan metode Gregory. Tabel 4 menampilkan matriks hasil penilaian ketiga ahli terhadap prototipe II pada aspek isi. Huruf A menyatakan banyaknya soal yang disepakati tidak valid oleh para ahli, sedangkan huruf H menyatakan banyaknya soal yang disepakati valid oleh semua ahli.

Tabel 4. Pencacahan persetujuan ahli dalam 8 kategori

Kategori	A	B	C	D	E	F	G	H
Ahli 1	0	0	0	0	1	1	1	1
Ahli 2	0	0	1	1	0	0	1	1
Ahli 3	0	1	0	1	0	1	0	1
Jumlah	0	0	0	0	0	1	0	5

Tabel 4 menampilkan nilai H sebesar lima dan F sebesar 1, sehingga nilai koefisien Validitas isi = $\frac{H}{A+B+C+D+E+F+G+H} = \frac{5}{0+0+0+0+0+1+0+5} = 0,833$.

Hasil perhitungan menunjukkan koefisien validitas isi bernilai 0,833, sedangkan 0,833 lebih dari 0,8 maka dapat dikatakan kesepakatan ahli untuk validasi isi menunjukkan validitas tinggi. Hal yang sama berlaku untuk validasi muka karena para ahli memberikan nilai yang sama untuk aspek isi dan muka. Meskipun demikian, prototipe II mendapatkan saran dan kritik dari para ahli sehingga prototipe II direvisi sehingga perbaikannya menjadi prototipe III.

Uji coba prototipe III dilaksanakan pada bulan September tahun 2020 dengan waktu 120 menit secara dalam jaringan dengan mengirimkan prototipe III instrumen KTRM pada dosen pengampu mata kuliah di satu perguruan tinggi di Jawa Barat dan dosen tersebut menyebarkannya pada mahasiswa yang memenuhi karakteristik populasi terjangkau. Hasil uji coba disampaikan oleh dosen pengampu kepada peneliti dalam bentuk tautan ke *gdrive*.

Instrumen uji coba terdiri dari 6 nomor dan 19 butir penilaian. Soal nomor dua yang terdiri dari tiga sub soal dikerjakan oleh dua mahasiswa dari tujuh belas mahasiswa dan hanya mengerjakan sub soal pertama saja. Maka dari itu, nomor dua tidak disertakan dalam analisis dan otomatis tidak digunakan untuk mengukur KTRM. Butir 18 yang termasuk soal nomor enam juga tidak disertakan dalam analisis karena bergantung hasilnya pada butir 17. Meskipun soal yang diberikan memang memiliki keterkaitan antar butir namun dalam penilaian setiap butir terlepas dari butir lain. Namun, bila butir 17 kurang tepat maka mempengaruhi butir 18. Karena butir 18 bergantung pada butir 17 maka tidak disertakan dalam analisis.

Prototipe III yang sebelumnya terdiri dari enam nomor dan 19 butir indikator menjadi lima nomor dengan 15 butir yang perlu dianalisis. Selanjutnya, data hasil pekerjaan tujuh belas mahasiswa dianalisis menggunakan Rasch Model dengan aplikasi Winstep yang hasilnya ditampilkan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Kesesuaian Butir Prototipe III

Nomor Butir	Outfit		Pt Measure	Measure	Indikator	Nomor Soal
	MNSQ	ZSTD	Corr.			
9	1,90	1,89	0,69	-0,78	MM1	4
11	1,56	1,48	0,78	-0,04	MV2	4
14	1,35	0,76	0,35	-1,58	MV3	5
12	1,42	1,11	0,59	-0,41	MR2	4
8	1,49	1,39	0,55	1,21	MR1	3
4	1,15	0,52	-0,17	-0,11	VM1	2
15	1,13	0,49	-0,11	0,57	MR3	5
10	1,06	0,29	0,60	-0,04	MV1	4
7	0,96	0,01	0,64	1,49	VM2	3
5	0,80	-0,32	0,18	-1,12	VV	2
6	0,71	-0,91	0,40	0,57	VR	2
2	0,61	-1,16	0,76	-0,04	RV	1
1	0,50	-1,47	0,52	-0,58	RM	1
13	0,37	-2,29	0,53	0,03	MM2	5
3	0,40	-2,23	0,64	1,27	RR	1

Tabel 5 mengindikasikan butir 9, 11, 14, 4, 15, 5, 13, dan 3 tidak memenuhi satu atau dua kriteria *item fit*, namun masih memenuhi salah satu atau dua *item fit* sehingga butir tersebut masih dapat dipergunakan (Rahmawati dkk, 2019; Sumintono & Widhiarso, 2015). Butir 4 dan 15 dapat mengindikasikan perlu adanya pemeriksaan lebih lanjut terhadap butir tersebut (Boone & Staver, 2020), selain itu dilakukan revisi pada redaksi nomor dua yang memuat butir 4 berupa penempatan perintah yang semula di bawah tabel menjadi di atas tabel supaya fokus utama mahasiswa adalah membuat model matematika berdasarkan tabel yang diberikan. Butir tujuh memiliki tingkat kesukaran yang tinggi mewakili indikator VM2 berada pada soal nomor tiga, sedangkan butir empat belas yang tingkat kesukarannya paling rendah mewakili indikator MV3 berada pada soal nomor lima.

Tabel 6. Analisis Instrumen Prototipe III

	Jumlah	Indeks separasi	Reliabilitas	Cronbach Alpha	Measure	
					Mean	SD
Person	17	1,75	0,75	0,78	0,62	0,63
Butir	15	2,38	0,85		0,00	0,86

Tabel 6 menampilkan nilai indeks separasi *person* sebesar 1,75 yang dapat dibulatkan menjadi dua bermakna instrumen mengelompokkan mahasiswa pada dua kelompok, atas dan bawah. Indeks separasi butir sebesar 2,38 yang dibulatkan ke tiga dapat dimaknai instrumen terdiri dari tiga kelompok butir soal, mudah, sedang, dan sukar. Reliabilitas *person* sebesar 0,75 bermakna konsistensi jawaban mahasiswa termasuk kategori cukup, sedangkan reliabilitas butir sebesar 0,85 bermakna kualitas butir-butir soal dalam instrumen termasuk kategori bagus. Nilai *alpha Cronbach* sebesar 0,78 mengindikasikan interaksi antara *person* dan butir-butir

soal secara keseluruhan termasuk bagus. *Mean measure person* sebesar 0,62 yang lebih besar dari *mean measure* butir, 0,00, menunjukkan kecenderungan kemampuan mahasiswa lebih besar dari pada tingkat kesulitan soal (Sumintono & Widhiarso, 2015). Dengan *alpha Cronbach* 0,78 yang lebih besar dari 0,7 maka lima soal Prototipe III dapat digunakan.

Tahap Konfirmasi

Tahap berikutnya adalah mengumpulkan data validitas dan reliabilitas prototipe sebelumnya melalui uji lapangan. Kondisi pembelajaran daring membatasi peneliti hingga instrumen diberikan sebelum materi analisis sensitivitas yang membuat prototipe III yang terdiri dari lima nomor menjadi prototipe IV yang terdiri dari empat nomor, yaitu 1, 2, 3, dan 4. Uji coba prototipe IV dilaksanakan pada bulan November tahun 2020 secara daring pada mahasiswa semester III program studi pendidikan matematika di suatu perguruan tinggi di Jakarta dalam waktu 90 menit. Analisis instrumen Prototipe IV ternyata memiliki keserupaan dengan Prototipe III dengan nilai *alpha Cronbach*nya sebesar 0,79 yang masih bermakna interaksi antara *person* dan butir-butir soal secara keseluruhan termasuk bagus. Selain itu, terdapat revisi rubrik penilaian yang semula nilai paling tinggi tiap butir sebesar empat menjadi lima. Perubahan ini tidak berpengaruh pada konstruk instrumen karena 12 butir ini masih mewakili 9 indikator awal.

Berikut analisis butir dan instrumen dari Prototipe IV pada lima puluh enam mahasiswa yang memenuhi karakteristik di suatu perguruan tinggi di Jakarta ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Kesesuaian Butir Prototipe IV

Nomor Butir	Outfit		Pt Measure	Measure	Indikator	Nomor Soal
	MNSQ	ZSTD	Corr.			
4	2,10	3,88	0,27	-0,19	VM1	2
12	1,40	1,87	0,36	0,64	MR1	4
7	1,13	0,64	0,62	-0,11	MM1	3
9	0,84	-0,71	0,48	0,11	MV2	3
11	1,16	0,81	0,57	0,59	VM2	4
3	0,91	-0,33	0,43	-0,37	RR	1
2	0,89	-0,47	0,49	-0,46	RV	1
8	0,81	-0,87	0,61	0,04	MV1	3
10	0,95	-0,19	0,71	0,22	MR2	3
5	0,75	-1,18	0,39	-0,46	VV	2
6	0,58	-2,26	0,60	-0,25	VR	2
1	0,46	-3,04	0,38	-0,25	RM	1

Tabel 7 memperlihatkan butir 4 dan 1 tidak dapat memenuhi salah satu kriteria kesesuaian butir. Pada langkah sebelumnya, butir 4 memang termasuk butir yang perlu diperhatikan dan pada langkah konfirmasi terbukti bahwa butir 4 tidak dapat

digunakan untuk mengukur VM1, perubahan dari representasi visual berupa tabel ke representasi simbolis. Meski demikian, masih ada indikator VM2, perubahan representasi visual berupa grafik ke representasi simbolis, sebagai perwakilan indikator VM, perubahan dari representasi visual ke representasi simbolis. Butir 1 yang tidak memenuhi satu pun kriteria kesesuaian butir pada tahap konfirmasi berbeda dengan hasil uji coba sebelumnya. Hal ini mengindikasikan perlunya perbaikan pada butir 1.

Tabel 8. Analisis instrumen Prototipe IV

	Jumlah	Indeks separasi	Reliabilitas	Cronbach Alpha	Measure Mean	SD
<i>Person</i>	56	1,42	0,67	0,73	0,67	0,61
Butir	12	2,23	0,83		0,00	0,11

Tabel 8 menunjukkan perbedaan hasil analisis instrumen Prototipe III dan IV terletak pada reliabilitas *person* dan *measure SD* butir. Pada Tabel 8, reliabilitas *person* termasuk kategori cukup dan *measure SD* butir Prototipe IV lebih seragam dibandingkan pada Prototipe III. Pada aspek lainnya, Prototipe IV memiliki interpretasi yang sama dengan Prototipe III.

Butir 4 yang dapat diwakili oleh butir 11 tidak berdampak besar pada konstruk instrumen, meski demikian menimbulkan pertanyaan tentang soal yang sesuai untuk mengukur indikator VM1 ini sehingga perlu penelitian lebih lanjut. Sedangkan untuk butir 1, ketiadaannya berdampak besar pada konstruk instrumen karena tidak ada indikator lain yang mewakilinya. Penelitian Anwar dan Rahmawati (2017) serta Yekti (2018) tentang indikator RM ini memberikan informasi bahwa indikator ini lebih banyak dikaji pada penelitian kualitatif. Hal ini dapat menjadi petunjuk bahwa indikator RM dapat saja dikeluarkan dari instrumen kemampuan translasi representasi matematis karena memiliki karakteristik yang berbeda dengan indikator lain, yaitu adanya representasi antara (representasi visual berupa tabel) dari representasi verbal ke representasi simbolis pada mayoritas respons (Gall et al., 2003).

Simpulan

Produk akhir pengembangan instrumen kemampuan translasi matematis mahasiswa pendidikan matematika berupa empat buah soal uraian yang memuat materi pemodelan matematika program linear, penyelesaian program linear dengan metode grafik dan simpleks, primal dan dual, serta kasus khusus pada program linear dengan delapan indikator. Indikator translasi representasi verbal ke representasi simbolis memerlukan kajian lebih lanjut.

Ucapan Terima Kasih

Direktorat Pendidikan Tinggi Keagamaan Islam (DIKTIS) Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama Republik Indonesia yang telah membiayai kegiatan penelitian Afiriasi Pascasarjana.

Daftar Pustaka

- Adu-Gyamfi, K., Bossé, M. J., & Lynch-Davis, K. (2019). Three Types of Mathematical Representational Translations: Comparing Empirical and Theoretical Results. *School Science and Mathematics*, 119(7), 396–404. <https://doi.org/10.1111/ssm.12360>
- AR, R. A., & Mahmud, N. (2018). Analisis Kemampuan Representasi Matematis dalam Pemecahan Masalah Geometri serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Review Pembelajaran Matematika*, 3(2), 146–160. <https://doi.org/10.15642/jrpm.2018.3.2.146-160>
- Anwar, R. B., & Rahmawati, D. (2017). Symbolic and Verbal Representation Process of Student in Solving Mathematics Problem Based Polya's Stages. *International Education Studies*, 10(10), 20–28. <https://doi.org/10.5539/ies.v10n10p20>
- Boone, W. J., & Staver, J. R. (2020). *Advances in Rasch analyses in The Human Sciences*. Switzerland: Cham, Springer.
- Boone, W. J., Staver, J. R., & Yale, M. S. (2014). *Rasch Analysis in the Human Sciences*. Germany: Springer.
- Bossé, M. J., Adu-Gyamfi, K., & Cheetam, M. (2011). Translations among Mathematical Representations Teacher Beliefs and Practices. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning* 1(1), 1-10.
- Duval, R. (2002). Representation, Vision and Visualization: Cognitive Functions in Mathematical Thinking. Basic Issues for Learning 1. In F. Hitt (Ed.), *Representations and Mathematics Visualization* 1(1), 1-10.
- E.G. Begle. (1979). Critical Variables in Mathematics Education. *Mathematical Association of America and National Council of Teachers of Mathematics/Wiley*, 64(427), 64-68.
- Gall, M. D., Borg, W. R., & Gall, J. P. (2003). *Educational Research an Introduction* (7th ed.). US: Allyn & Bacon.
- Gregory, R. T. (2013). *Tes Psikologi Sejarah, Prinsip, dan Aplikasi (terj.)* (Keenam). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hidayati, S. L. N., Hudiono, B., & Nursangaji, A. (2014). Kemampuan Translasi dan Transformasi Representasi dalam Menyelesaikan Soal Persamaan Linier Satu Variabel di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(1), 1-18.
- Hitt, F. (2002). *Representations and Mathematics Visualitation*. Mexico: Cinvestav-Ipn.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). Representations and Translations among Representations in Mathematics Learning and Problem Solving. in C. Janvier (Ed.), *Problems of Representations in The Teaching and Learning of Mathematics*, 1(1), 33–40
- Monika, A., Hartoyo, A., & Suratman, D. (2015). Kemampuan Translasi Representasi Matematis Siswa Materi Himpunan di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(12), 1-10.
- Ningtyas, D. Y., Fuad, Y., & Lukito, A. (2019). Kemampuan Representasi Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 10(1), 27–36. <https://doi.org/10.15294/kreano.v10i1.17334>
- Nizaruddin, N., Waluyo, S. B., Rochmad, R., & Isnarto, I. (2020). Profile of Student's Mathematical Representation Translation on The Verbal Problem. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12), 8178–8185. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082621>
- Nopitasari, D. (2017). Analisis kemampuan multi representasi matematis berdasarkan kemampuan awal matematis mahasiswa. *Pedagogy: Jurnal Pendidikan Matematika*, 2(1), 1–11.

- Panasuk, R. M. (2011). Taxonomy for Assessing Conceptual Understanding in Algebra using Multiple Representations. *College Student Journal*, 47(2), 219–232.
- Rahmawati, R., Rustaman, N., Hamidah, I., & Rusdiana, D. (2019). Pengembangan Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah pada Materi Kelistrikan dan Kemagnetan. *Seminar Kontribusi Fisika*, 94–103. <https://www.researchgate.net/publication/343760804>
- Retnawati, H. (2016). *Validitas Reliabilitas dan Karakteristik Butir*.
- Skemp, R. R. (1987). *The Psychology of Learning Mathematics*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch pada Assesment Pendidikan*. Penerbit Trim Komunikata.
- Sundawan, M. D., & Nopriana, T. (2019). Guided-Discovery Learning, Representasi Matematis dan Konsep Diri Mahasiswa pada Materi Geometri. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 3(1), 123. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v3i1.1868>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>
- Yekti, S. M. P. (2018). Kemampuan representasi matematis mahasiswa pada mata kuliah pemodelan matematika ditinjau dari prestasi belajar program linier. *Brilliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 3(2), 245–252. <https://doi.org/10.28926/briliant.v3i2.181>